

VŠB – Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra obrábění a montáže

Návrh technologického postupu montáže komponent  
koncových světel automobilů

Assembly Process Proposal of Lighting Components of  
Automobiles

Student: Bc. Pavel Faltus

Vedoucí diplomové práce: Ing. et Ing. Mgr. Jana Petřů,  
Ph.D.

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Pavel Faltus**  
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství  
Studijní obor: 2303T002 Strojírenská technologie  
Téma: **Návrh technologického postupu montáže komponent koncových světel automobilů**  
**Assembly Process Proposal of Lighting Components of Automobiles**

Zásady pro vypracování:

1. Úvod do problematiky montáže komponent světel automobilů.
2. Popis stávajícího postupu montáže světel automobilů.
3. Návrh nového technologického postupu montáže.
4. Zhodnocení navrženého řešení postupu montáže.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] BRYCHTA, J.; ČEP, R.; NOVÁKOVÁ, J.; PETŘKOVSKÁ, L. *Technologie II 1. díl*. Ostrava : VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2007, s. 126. ISBN 978-80-248-1641-8.
- [2] BRYCHTA, J.; ČEP, R.; SADÍLEK, M.; PETŘKOVSKÁ, L.; NOVÁKOVÁ, J. *Nové směry v progresivním obrábění*. Ostrava : VŠB – TU Ostrava, 2007. Dostupné na <http://www.elearn.vsb.cz/archived/FS/NSPO>. ISBN 978-80-248-1505-3.
- [3] DUŠÁK, K. *Technologie montáže. Základy*. 1. vyd. Liberec : Technická univerzita v Liberci, Fakulta strojní, Katedra obrábění a montáže, 2005. 116 s. ISBN 80-7083-906-6.
- [4] HOFMANN, P. *Technologie montáže*. 1. vyd. Plzeň : Západočeská univerzita, 1997, 90 s. ISBN 80-7082-382-8.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing.et Ing.Mgr. Jana Petrů, Ph.D.**

Konzultant diplomové práce: Jan Otevřel

Datum zadání: 17.12.2010

Datum odevzdání: 23.05.2011



doc. Ing. Robert Čep, Ph.D.  
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Farana, CSc.  
děkan fakulty

### **Prohlášení studenta**

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucí diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne 23.5.2011

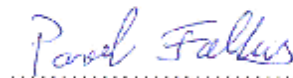
*Pavel Faltus*  
.....

Pavel Faltus

### Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucí diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Dolní Čermné 23.5.2011



Faltus Pavel  
Dolní Čermná 128  
561 53 Dolní Čermná

## **ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE**

FALTUS, P. *Návrh technologického postupu montáže komponent koncových světel automobilů: diplomová práce.* Ostrava : VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra obrábění a montáže, 2011, 66 s. Vedoucí práce: Ing. et Ing. Mgr. Jana Petřů, Ph.D.

Hlavním cílem diplomové práce je snížení montážních časů zhotovovaných výrobků tak, aby byla plně uspokojena poptávka zákazníků. V dceřiné společnosti firmy Forez s. r. o., tj. ve společnosti Orpa Plastic, byla poskytnuta možnost navrhnout nový technologický postup montáže koncových světel automobilů. Nový technologický postup montáže bude zpracován na základě pozorování a měření jednotlivých pracovních činností. Dále pak bude podán návrh na uspořádání pracoviště. Díky podobnosti jednotlivých výrobků bude nový technologický postup montáže využit pro další výrobky montované na stejné lince. Závěr práce vyhodnocuje výsledky pozorování.

## **ANNOTATION OF MASTER THESIS**

FALTUS, P. *Assembly Process Proposal of Lighting Components of Automobiles: Master Thesis.* Ostrava : VŠB –Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Machining and Assembly, 2011, 66 p. Thesis head: Ing. et Ing. Mgr. Jana Petřů, Ph.D.

Main aim of the master thesis is reduction of the install process time of manufactured products in the way that fully satisfies the demand of customers. In a filial company of Forez s. r. o., stands for the company Orpa Plastic, It was given an opportunity to suggest new process proposal of lighting components of automobiles. The new technological process is based on the contemplation and measuring of individual operations. Furthermore, there is suggestion of workplace organization. Thanks to similarity of all products, there is new technological procession utilized for further products which are manufactured at the same line. The conclusion evaluates contemplation results.



## Obsah diplomové práce

Seznam použitých značek a symbolů.....	8
Úvod.....	9
1. Úvod do problematiky montáže komponent světel automobilů .....	10
1.1 Obecná charakteristika problému.....	10
1.2 Obecný pojem montáže.....	10
1.3 Druhy montáže a montážní systémy .....	11
1.4 Činitelé ovlivňující montáž .....	17
1.5 Řízení procesu montáže .....	18
1.5.1 Plánování průběhu.....	19
1.5.2 Kontrolní činnost.....	20
1.6 Historie firmy Forez s. r. o. ....	20
2. Stávající montážní postupy jednotlivých výrobků.....	22
2.1 Kappe GR T1 Touran.....	22
2.2 Bulb Carrier GR T1 Galaxy .....	24
2.3 Bulb Carrier GR T2.....	26
2.4 Montážní linka .....	28
2.5 Průběh procesu na montážní lince .....	30
2.5.1 Stanice zakládání dílů .....	30
2.5.2. Stanice zalisování sítě .....	30
2.5.3. Stanice horkého lisování .....	31
2.5.4. Stanice prostřihu sítě .....	32
2.5.5. Stanice fixace paletky .....	32
2.5.6. Kontrolní stanice .....	32
2.5.7 Vykládání dílů.....	34
3. Návrh nového technologického postupu montáže .....	36
3.1 Základní metody zjišťování a určování spotřeby času.....	36
3.2 Naměřené a zpracované hodnoty .....	40
3.2.1 Kappe GR T1 Touran.....	40
3.2.2 Bulb Carrier GR T1.....	47
3.2.3 Bulb Carrier GR T2.....	52
3.3 Nový technologický postup zpracovaný z naměřených hodnot.....	58
3.3.1 KAPPE GR T1 Touran .....	58



3.3.2 Bulb Carrier GR T1 .....	59
3.3.3 Bulb Carrier GR T2.....	60
4. Zhodnocení navrženého řešení postupu montáže .....	61
Závěr .....	63
Seznam použité literatury .....	64



## Seznam použitých značek a symbolů

ús. - úsek operace

t - vložení těsnění [s]

v - vyložení hotových výrobků z linky [s]

n- náběr těsnění na pracovní stůl [s]

pd - náběr plastových dílů levých a pravých [s]

$t_{\text{soub}}$  - výsledný čas dávky [s]

$d_v$  - dávka, množství výrobků [ks]

$p_{hl}$  - počet pracovníků na pracovišti s kritickým (úzkým) místem [-]

$s_{hl}$  - počet strojů na úzkém místě [ks]

$t_{khl}$  - čas kritické operace (na úzkém místě) [s]

$t_{ki}$  - čas jednotlivých operací [s]

$t_{pzi}$  - čas nastavení stroje na jednotlivých pracovištích [s]

i - označení jednotlivých operací [-]

m - celkový počet operací [-]

HV - hotové výrobky

PD - plastový díl

n - počet naměřených hodnot [-]

i - označení jednotlivých hodnot

x - naměřená hodnota

$\bar{x}$  - směrodatná odchylka

$x_i$  - hodnota s označením pořadí

$s(x)$  - směrodatná odchylka, výběrová

H - mezní hodnota

$H_i$  - mezní hodnota pro jednotlivé naměřené hodnoty

p - pravděpodobnost výskytu hrubé chyby v naměřené hodnotě





## Úvod

Montáž a její zefektivnění jsou v současné době velmi často řešená témata v mnoha výrobních podnicích, protože je to jedna z nejdůležitějších operací ve výrobním procesu, která tvoří páteř celého strojírenství. Velký důraz je kladen na variabilitu a flexibilitu výrobních linek, a proto ani technologické postupy popisující montáže výrobků na těchto linkách nemohou zaostávat. Vhodná volba montáže už v počáteční fázi je velmi důležitá, protože se promítá do celé výroby.

Cílem této diplomové práce je nástin teorie zabývající se metodikou montáže a návrh nového technologického postupu, který má vést k úspoře času a nákladů. Postup bude zpracován podle dat naměřených na montážním pracovišti firmy Forez s. r. o. Jedna z linek, která není podle vedoucích pracovníků plně využita je FL 341, a proto byla vybrána pro analýzu současného stavu a následně pro návrh nového technologického postupu montáže. Na lince je vyráběno šest typů komponent světel automobilů. Pro zpracování byly vybrány tyto tři komponenty: Kappe GR T1 Galaxy, Bulb Carrier GR T1 a Bulb Carrier GR T2.

Analýza naměřených dat by tedy měla vést ke zjištění, že rezerva na montážní lince opravdu existuje a že je možné ji pomocí různých metod zefektivnění odstranit a využít ve prospěch firmy. Na základě této práce by mohly být ve firmě Forez s. r. o. změněny technologické postupy a měly by vzniknout jak úspory časové, tak finanční.



# **1. Úvod do problematiky montáže komponent světel automobilů**

## **1.1 Obecná charakteristika problému**

Tato diplomová práce je zhotovena pro firmu FOREZ s. r. o., jejím hlavním cílem je upravit stávající technologický postup montáže komponent koncových světel automobilů. Úprava předpokládá zefektivnění, urychlení a z toho vyplývající zlevnění montážních prací. V budoucnu lze vypracovaný postup uplatnit i na další podobné výrobky, které se na montážní lince budou kompletovat.

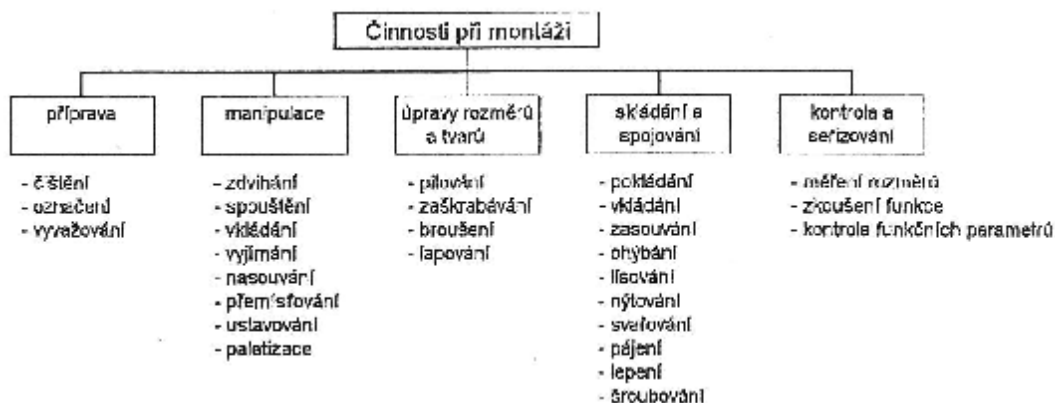
## **1.2 Obecný pojem montáže**

Montáž je soubor činností lidí, strojů a zařízení. Na základě těchto činností, které jsou vykonávány ve stanoveném pořadí a čase, vznikají z jednotlivých součástí a montážních celků hotové výrobky.

### **Pracovní činnosti při montáži**

Základním principem montáže je postupné skládání a spojování jednotlivých součástí a montážních celků v konečný výrobek. Bylo by nevhodné vyčleňovat daleko mimo proces montáže činnosti s montáží bezprostředně spojené (přípravné a hlavně práce spojené s úpravou povrchu, tvaru a rozměrů součástí). Tato situace nastává u méně přesných výrob nebo při špatné přípravě a organizaci výroby. Včetně těchto "nevýrobních" činností se provádí i práce kontrolní a manipulace se součástkami či montážními celky. Typem výroby je dán rozsah těchto činností, např. v kusové a malosériové je rozsah vysoký, ve velkosériové a hromadné výrobě naopak bývají tyto činnosti již mechanizovány a automatizovány.

## Rozdělení montáží do skupin podle charakteru



Obr. 1 Rozdělení činností při montáži a jejich druhy [1]

## 1.3 Druhy montáže a montážní systémy

Montážní systémy jsou vždy zaměřené jen na určité druhy výrobků a jejich funkce je zabezpečena komplexní souhrou:

- materiálních (montovaný výrobek a montážní prostředky),
- dispozičních (rozvržení, plánování a řízení montáže),
- operativních složek.

Operativní složky zahrnují montážní pracovníky, vlastní technologický postup montážních operací a informace týkající se zakázky, výkresů, montážního postupu, systémových a provozních údajů.

Neodmyslitelně do procesu montáže patří doprava a skladování.

Základní dělení systémů:

- ruční montážní systémy,
- strojní montážní systémy.

Jako jiné druhy výroby lze i montáž dělit podle následujících kritérií:

1. Místo provádění montáže
2. Pohyb montovaného výrobku během montáže
3. Kumulace montážních činností



4. Stupeň mechanizace a automatizace
5. Pružnost změny montážního programu

### **Podle místa provádění montáže**

#### **a) Externí montáž**

Zpravidla se uskutečňuje mimo podnik až u zákazníka, jedná se o velké výrobky a technologické celky, např. výrobní stroje a zařízení, dopravní a manipulační stroje a zařízení, technologické stavební celky a konstrukce (včetně rozvodů). Ve většině případů se jedná o stacionární montáž, z důvodu jejich velkých rozměrů a složitosti transportu hotového výrobku. V externí montáži se jednotlivé části, které byly předem smontovány ve výrobním podniku, montují v předepsaném sledu.

#### **b) Interní montáž**

Výrobek opouští výrobní závod obvykle ve stavu způsobilém k přímému použití (automobily či různé spotřební zboží). V případě, že výrobek dosahuje větších rozměrů, musí se respektovat transport k zákazníkovi a nastávají dvě situace konečné interní montáže.

A) Po provedení celkové montáže ve výrobním podniku, po odzkoušení a ověření funkčnosti, následuje demontáž pro dopravu a externí montáž u koncového zákazníka spojená s odzkoušením:

B) Proveďte se pouze částečná montáž zařízení, kompletují se jen podskupiny a u zákazníka probíhá až konečná montáž celého výrobku. Poté následuje odzkoušení a ověření funkčnosti. S nastalými problémy, např. s montáží či s funkcí výrobku, se montáž prodražuje, protože mimo podnik se provádí opravy obtížněji. V některých případech je nutné převést výrobek z místa stavby zpět do výrobního závodu.

Pro obě montáže (externí i interní) je důležitý časový faktor. Dodávka jednotlivých částí montovaného výrobku nejen v předepsaném pořadí, ale i v požadovaném čase, zajišťuje bezporuchový a hospodárný průběh montáže.



**b) nestacionární montáž, tzv. pohyblivá**

Při nestacionární montáži se zpravidla pohybuje montovaný výrobek na lince a pracovníci do něj vkládají příslušné součásti nebo celky na každém úseku. Pohyb pracovníků je minimální. Montované výrobky se pohybují mezi jednotlivými úseky buď volně (bez taktu, pohyb určují a často provádí pracovníci), nebo nuceně (pomalý plynulý pohyb, nebo přerušovaný v určitém taktu).

**Z hlediska kumulace montážních činností na jednom pracovišti:****a) fázová montáž nebo také stacionární druhy montáže**

Fázová montáž je charakterizována nepravidelností montážního taktu, zpravidla je kumulována do jednoho pracoviště, které je vybaveno univerzálně. Probíhající práce je ve fázích, tj. např. montáž mechanických, pak hydraulických součástí, montáž elektrických rozvodů a zařízení.

**b) skupinová montáž**






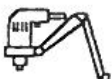

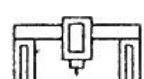








U skupinové montáže je univerzálnost pracovišť nižší než u fázové, provádí se v nich několik montážních činností předmětně zaměřených, které nemusí být synchronizovány (volný takt), celkový čas se tím prodlužuje. Patří sem montáž rozčleněná a předmětná.

**c) proudová montáž nebo také plynulá, linková montáž**


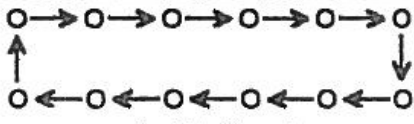
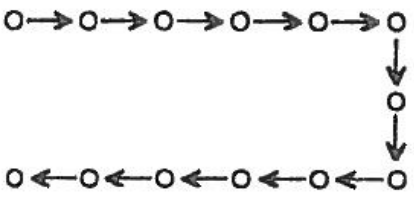
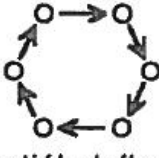

Při proudové montáži je pracovištěm montážní linka specializovaná na určitý druh výrobků. Montážní činnosti jsou rozděleny podél celé linky do jednotlivých pracovišť. Práce na lince probíhá buď plynule, nebo v pravidelném, případně nepravidelném, taktu, ve kterém odchází z montáže i hotový výrobek. Montážní čas celého výrobku je krátký.

**Podle stupně mechanizace a automatizace:**

- a) ruční montáž,
- b) poloautomatická montáž,
- c) automatická montáž.

Charakteris- tika:	Druh montáže			
	ruční	mechanizovaná	automatizovaná	
			tvrdě	pružně
Zdroj energie	 člověk	 motor	 motor	 motor
Ovládání nástroje	 člověk	 člověk	 stroj	 stroj
Řízení procesu	 člověk	 člověk	 tvrdé řízení	 pružné řízení
Kontrola	 člověk	 člověk	 člověk, čidla	 čidla

Obr. 3 Druhy montážních systémů z hlediska mechanizace a automatizace spolu s jejich charakteristikami [14]

Otevřená uspořádání	Uzavřená uspořádání
 přímkové	 obdélníkové
 tvaru "U"	 šestiúhelníkové
	 kruhové

Obr. 4 Základní způsoby plošného uspořádání montážních pracovišť nebo stanic [14]



**Podle pružnosti změny montážního programu**

- a) jednoúčelový montážní systém,
- b) pružný montážní systém.

Mezi oběma systémy se nachází různé mezistupně jednoúčelnosti nebo pružnosti. Díky inteligenci člověka bývá ruční montáž velmi flexibilní. Automatická montáž na druhou stranu bývá pouze jednoúčelová. Moderní automatické montážní systémy, které používají programovatelné montážní roboty, umožňují určitý stupeň pružnosti.

S rozčleněním montážního systému s nestacionární montáží je třeba zmínit i základní způsoby prostorového uspořádání jednotlivých pracovišť a stanic. Nejjednodušší a nejčastěji volený způsob uspořádání je lineární. Je-li omezený prostor do délky je vhodné volit tvar "U", jehož nevýhodou je omezená přístupnost. Je-li nutné vracet montovaný objekt na začátek procesu, např. z důvodu případné chyby montáže, nebo aby se do výchozí pozice vrátil montážní přípravek nebo nosič, volí se obdélníkové uspořádání. Kruhové uspořádání umožňuje kompaktnost při zachování přístupnosti, ale poskytuje jen omezené množství pracovišť. Přejít z pravoúhlého a kruhového uspořádání tvoří šestiúhelník nebo jiný mnohoúhelník.

Jednotlivé druhy montáže a uspořádání pracovišť se různě kombinují podle toho, jak to vyhovuje podmínkám montáže konkrétních výrobků. Z hlediska výrobku, podmínek výroby, požadované jakosti a z hlediska ekonomického musí být výběr vhodného montážního systému komplexně optimalizován.

Volba vhodného druhu montáže podle druhu výroby se provádí takto:

- v kusové výrobě - nejvíce se uplatňuje např. stacionární soustředěná fázová ruční montáž,
- v malosériové výrobě - např. stacionární rozčleněná skupinová montáž,
- ve velkosériové výrobě - např. nestacionární proudová ruční a poloautomatická montáž,





- v hromadné výrobě - např. nestacionární proudová automatická montáž s nuceným oběhem montážního celku.

#### 1.4 Činitelé ovlivňující montáž

Správné navržení montážního systému, jeho organizace a řízení, jeho případná další racionalizace vychází z nutné specifikace následujících činitelů:

1. Činitelé z oblasti konstrukčního řešení montovaného výrobku

- funkce, účel a požadovaná spolehlivost,
- složitost (počet dílů, členění),
- velikost, tvar, rozložení hmoty,
- stupeň přesnosti, včetně rozměrových a tolerančních řetězců,
- způsoby spojování součástí.

2. Činitelé z oblasti pracovní síly (lidský faktor)

- počet,
- kvalifikace,
- pracovní morálka a výkonnost,
- motivace (zájem, odměňování),
- pracovní podmínky.

3. Činitelé z oblasti montážní techniky (nářadí, stroje)

- druh, počet a vhodnost montážních nástrojů a techniky,
- spolehlivost,
- stupeň automatizace.

4. Činitelé z oblasti organizace montáže

- koordinace výroby součástí a montáže,
- velikost výrobní dávky,
- dělba práce, kooperace,
- vytíženost pracovišť,
- úroveň technické přípravy výroby.

5. Činitelé z oblasti podmínek zakázky

- průběžná doba výroby zakázky (termíny),
- objem zakázky,

- připravenost výroby,
- výrobní kapacita (možná roční produkce současná, popř. budoucí).

Uvedení činitelé samozřejmě nepůsobí odděleně, ale ve vzájemných souvislostech, vzájemně se podmiňují a kompenzují. Např. existuje souvislost mezi hromadností výroby a organizační formou montáže, příp. vyměnitelností (přesností) součástí, nebo stupněm automatizace.

### **1.5 Řízení procesu montáže**

Cílem řízení montáže je zajistit požadované množství výrobků v zadaných termínech a kvalitě. Trh si v současnosti vyžaduje velkou pružnost výroby, tj. schopnost v krátkých termínech měnit počty kusů a typové varianty produkováných výrobků. Takové požadavky výrazně zvyšují nároky na řízení montáže. Také rozšiřující se automatizace montáže a její nové pracovní struktury, včetně rostoucí kooperace, zvyšují složitost řízení.

Charakter požadavků na řízení je závislý na různých podnikově interních nebo externích faktorech. Mezi interní faktory patří možná odlišnost typů výrobku a různost variant, popř. podobnost, dále technické podmínky montáže (např. flexibilita montážního systému). Mezi externí faktory patří požadovaný počet variant a jejich potřeba v termínech.

Řízení montáže je ztěžováno její velkou závislostí na dalších útvarech podniku jako jsou konstrukce, zásobování, výroba součástí a odbyt. Poruchy v nich se negativně promítají i do montáže. Řízení montáže musí být proto nedílnou součástí řízení celého podniku. Úkoly, které se musí při řízení montáže řešit, tj. plánování, vlastní řízení a kontrola, se podle časového hlediska rozdělují na střednědobé a krátkodobé.



### 1.5.1 Plánování průběhu

Stanovení zásoby materiálu pro montáž se provádí ve dvou etapách:

- určení velikosti dávky (ve vztahu k objemu zakázky),
- termínování průběhu práce.

Pro stanovení velikosti dávky se porovnává existující a požadovaná, většinou denní kapacita pracovišť. Přitom je snaha dosáhnout maximálního vytížení montážního systému, tj. potlačení ztrát. Výsledkem porovnání je získání počtu a druhů zakázek, které se v následujících krocích ještě dále podrobněji termínově rozplánují.

Úkolem termínovaného plánování je stanovit pořadí zakázek tak, aby se dosáhlo maximálního využití kapacit, minimální průběžné doby výroby a minimální vázanosti kapitálu. Je vhodné, když se návrh provede v několika alternativách. Výsledkem této druhé etapy plánování je pořadí zakázek a postup montáže pro každou z nich.

#### Příprava materiálu

Pro stanovené pořadí zakázek se určí potřeba jednotlivého montážního materiálu, tj. především součástí podle druhu, množství a termínu připravenosti na montážních pracovištích. V této souvislosti je velmi důležité si uvědomit, že minimalizace vázaného kapitálu může být dosaženo jen tehdy, když zásobování i výroba budou řízeny montáží. Termínovaná příprava materiálu zahrnuje také připravenost montážního nářadí, přípravků a nutných manipulačních prostředků.

#### Příprava technologické dokumentace

Pro bezporuchový průběh montáže je nutné mít k určitému termínu připravenou i kompletní montážní dokumentaci a tu potom rozdělit na odpovídající montážní pracoviště. K úkolům řízení montáže proto patří kontrola úplnosti podkladů a jejich dokonalá aktualizace.



## **Personální příprava montáže**

Stanovené pořadí zakázek a naplánovaná příprava materiálu určují dispoziční řešení montáže, tj. rozmístění dělníků i montážních a dopravních systémů. Zvláště při plánování potřeby dělníků pro nové variabilní a flexibilní montážní systémy je žádoucí podrobné zpracování dispozice montáže.

### **1.5.2 Kontrolní činnost**

Kontrola průběhu montáže se týká nejen technických, ale i organizačních oblastí montáže. V organizační oblasti se především kontroluje aktuální stav montážního úkolu (neproveden, částečně proveden, hotov) a poloha montované jednotky v montážním systému. Při ní se vždy porovnávají skutečná data s daty uvedenými v plánu montáže. Výsledky porovnání jsou podkladem k dalšímu řízení montáže, neboť pomáhají zjistit úzkoprofilová místa montáže.

Zjištěné rozdíly jsou většinou kvalifikovány jako poruchy a proto je důležitým úkolem řízení na tyto poruchy rychle a účinně reagovat. Při výpadku některého pracoviště se provede např. převedení zakázek na jinou větev montáže, při poruše dodávky materiálu (výpadek dodavatele, porucha výroby) např. zařazení jiné zakázky, která je již připravena. Poruchy dlouhodobějšího rázu se řeší změnou střednědobého plánu montáže.

### **1.6 Historie firmy Forez s. r. o.**

Společnost FOREZ s. r. o. byla založena v roce 1996. Dnes je se svými 192 zaměstnanci nástrojárnou střední velikosti, počtem konstrukčních kapacit však konkuruje největším nástrojárnám v České republice. Firma získala certifikát řízení jakosti ČSN EN ISO 9001:2001 a tím i možnost uspokojit ty nejnáročnější zákazníky. [2]

Společnost se stala propagátorem nových trendů v oblasti obrábění. Je velmi dobře technologicky vybavena (mj. několika špičkovými CNC a HSC CNC frézami, nejmodernějšími elektroerosivními drátovými řezačkami AGIE CUT nebo

elektroerosivními hloubícími stroji AGIE). Všechny výše uvedené CNC stroje jsou plně vytíženy a pracují nepřetržitě 24 hodin 7 dní v týdnu, což zaručuje pružnou reakci na zákaznické požadavky. Právě velmi dobré technologické vybavení firmy a schopnost dodávat kvalitní formy a nástroje pro technicky náročné výlisky firmám jako Robert Bosch, Witte, Schneider Electric, Visteon, Valeo a další je hlavním důvodem pokračujícího růstu. Firmě se daří držet meziroční růst obrátu v rozmezí 20 - 40 %. Do budoucna si firma klade za cíl pokrýt co největší část výrobního cyklu subdodavatelů pro automobilový a elektrotechnický průmysl. Záměrem firmy je nabízet ucelený servis od návrhu až k dodávce montážních celků tzn., že formu či nástroj nejen nakreslí a vyrobí, ale i vylisují kovové a plastové výlisky. Firma se chce v oblasti konstrukčních modelů co nejvíce přiblížit prvotní tvorbě designéra.

[2]

FOREZ s. r. o. je držitelem těchto certifikátů:

- Certifikát environmentálního managementu dle ČSN EN ISO 14001: 2005 ( Obr. 5)
- Certifikát systému řízení jakosti dle ISO 9001: 2000 (viz Obr. 6)
- Certifikát systému zaručující kvalitu dle ISO/TS 16949: 2002 (viz Obr. 7)



*Obr.5 [2]*



*Obr.6 [2]*



*Obr.7 [2]*

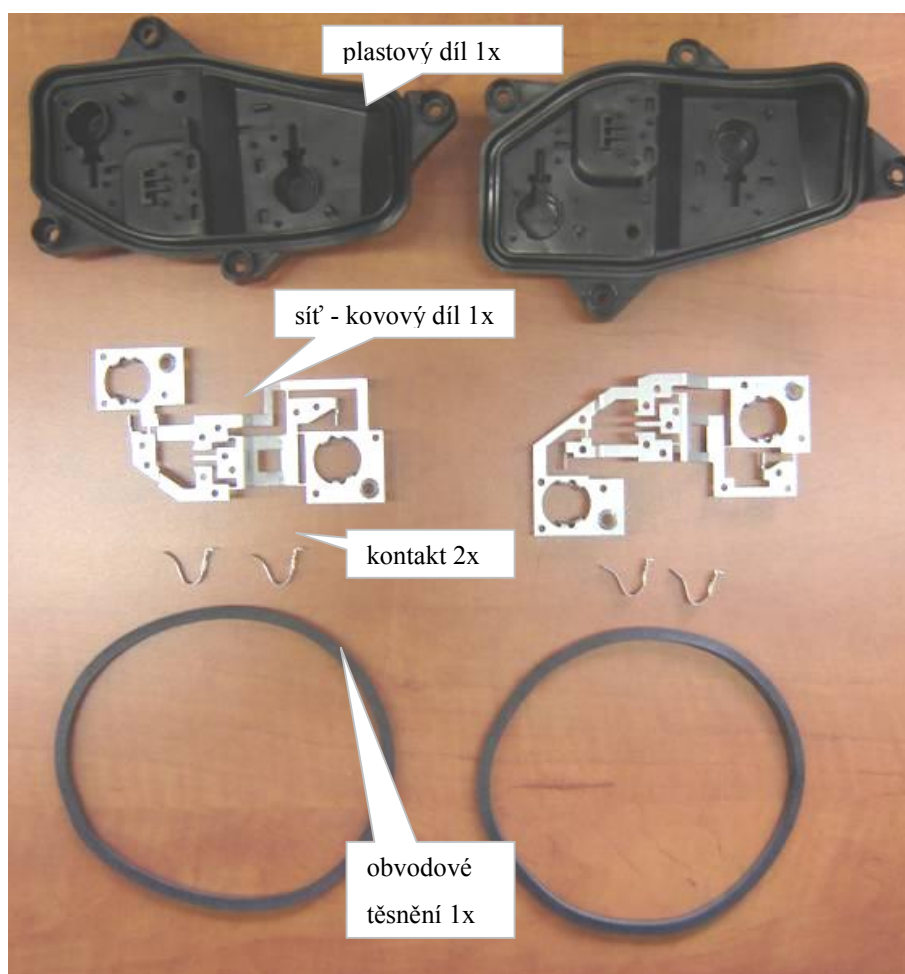
## 2. Stávající montážní postupy jednotlivých výrobků

Hotové komponenty jsou jednou z hlavních součástí pro kompletaci koncových světel automobilů. Jedná se o nosič žárovek. pro vozidla značky Volkswagen a Ford.

### 2.1 Kappe GR T1 Touran

Součásti sestavy – vstupní díly :

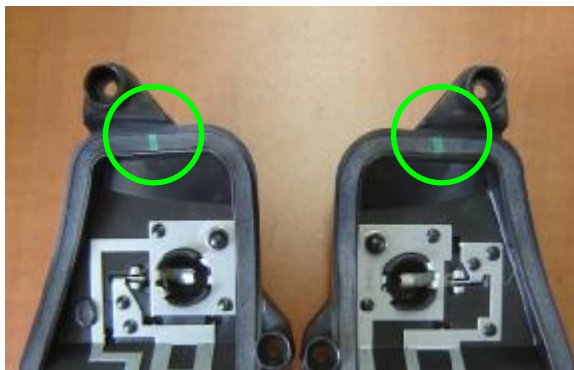
- plastový díl 1x
- síť - kovový díl 1x
- kontakt 2x
- obvodové těsnění 1x



Obr. 8 Vstupní díly k výrobku KAPPE GR T1 Touran

### Technologický postup montáže

Do plastového výlisku vložit dva pružné kontakty. Kontakty umístit do vodících otvorů pro kontakt v oblasti žárovky. Na plastový výlisek nasadit kovovou síť a mírně ji dotlačit k plastovému výlisku tak, aby nedošlo k její deformaci. Do obvodové drážky v plastu vložit těsnění (viz obrázek).



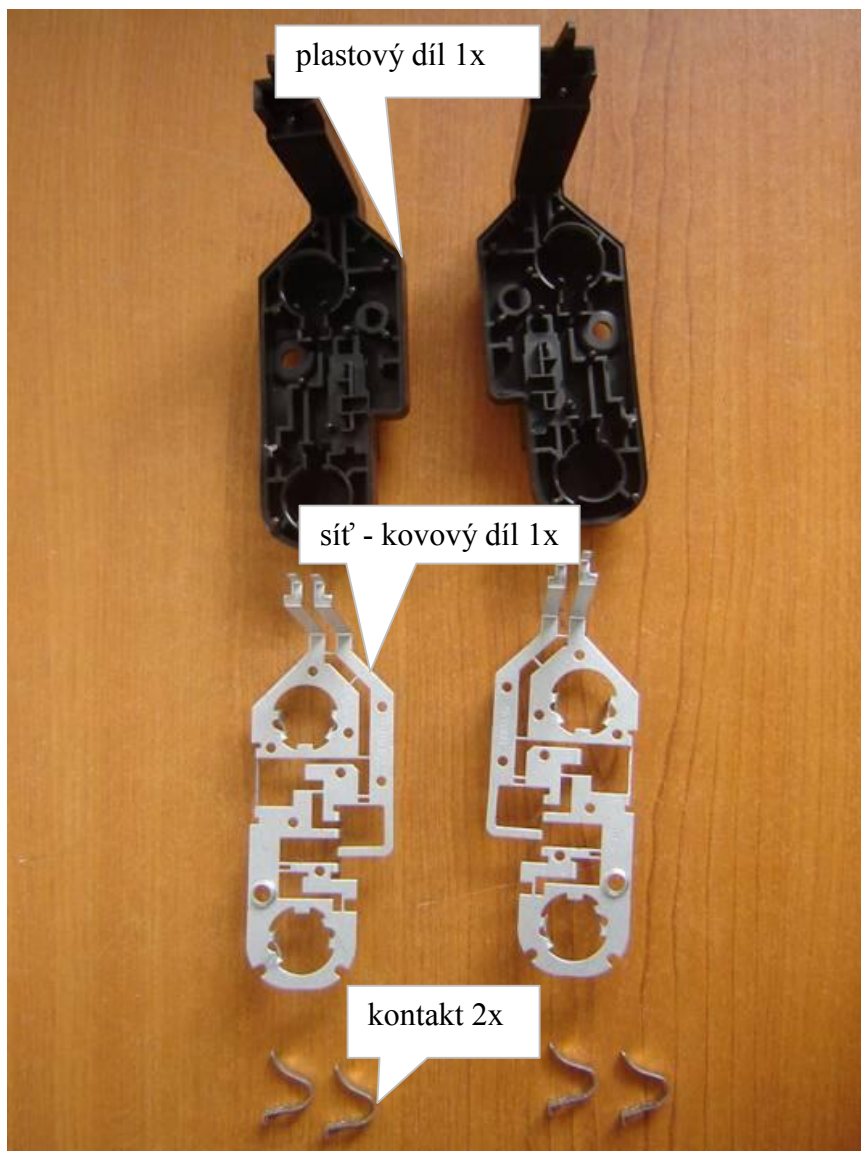
*Obr. 9 Ukázka správné polohy spoje těsnění*



## 2.2 Bulb Carrier GR T1 Galaxy

Součásti sestavy – vstupní díly :

- plastový díl 1x
- síť - kovový díl 1x
- kontakt 2x



*Obr. 10 Vstupní díly výrobku Bulb Carrier GR T1 Galaxy*



### Technologický postup montáže

Do plastového výlisku vložit dva pružné kontakty. Kontakty umístit do vodících otvorů pro kontakt v oblasti žárovky. Na plastový výlisek nasadit kovovou síť a mírně ji dotlačit k plastovému výlisku tak, aby nedošlo k její deformaci.

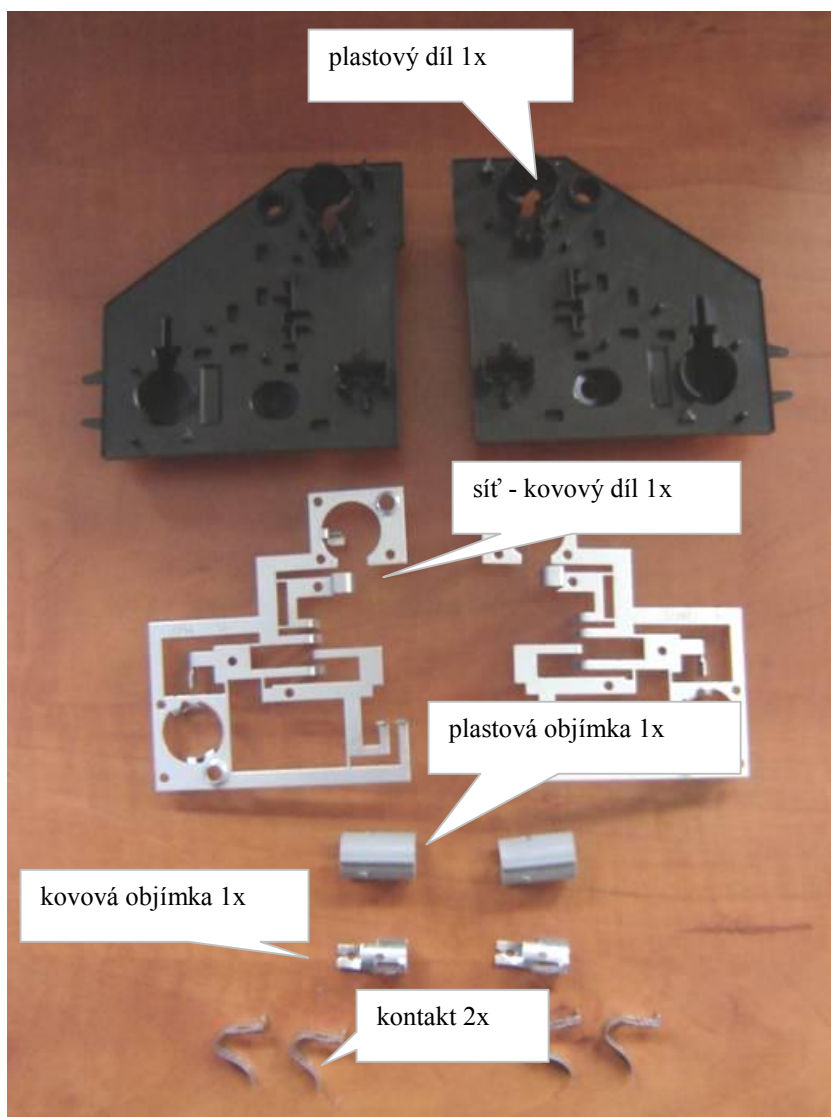


*Obr. 11 Správné uložení jednotlivých dílů*

### 2.3 Bulb Carrier GR T2

Součásti sestavy – vstupní díly :

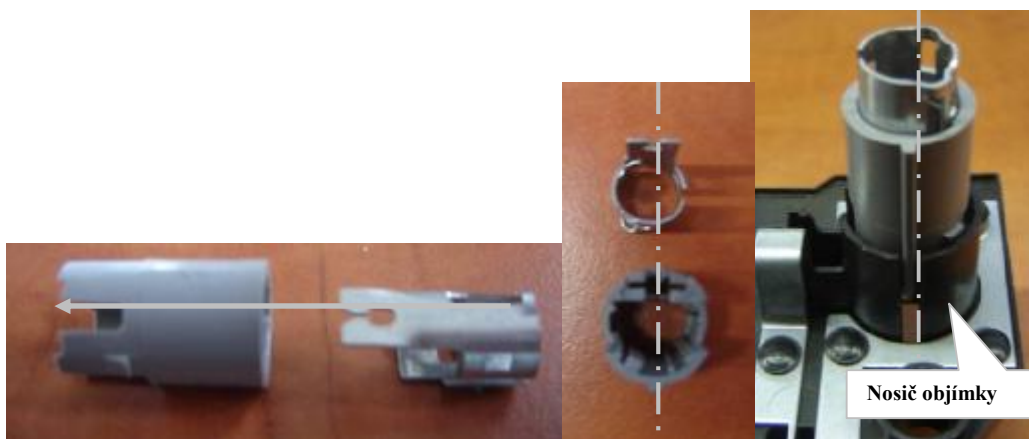
- plastový díl 1x
- síť - kovový díl 1x
- plastová objímka 1x
- kovová objímka 1x
- kontakt 2x



Obr. 12 Vstupní díly výrobku Bulb Carrier GR T2

### Technologický postup montáže

Do plastového výlisku vložit dva pružné kontakty. Kontakty umístit do vodících otvorů pro kontakt v oblasti žárovky. Na plastový výlisek nasadit kovovou síť a mírně ji dotlačit k plastovému výlisku tak, aby nedošlo k její deformaci. Do plastu vložíme plastovou a kovovou objímku (viz. Obr. 13) tak, aby zámek na objímce volně zajižděl do zámku v plastu. Tuto objímku mírně dotlačit.



*Obr. 13 Správná poloha vložení kovové objímky do plastové objímky*

## 2.4 Montážní linka

Označení č. FL 341

Montážní linka FL 341 slouží ke kompletaci zadního nosiče žárovek se sítí a spodními pružnými kontakty.



*Obr. 14 Montážní linka FL 341*

Montážní linka provádí operace:

- dolisování sítě do plastového nosiče a na spodní pružné kontakty,
- roztavení kolíčků, které zajišťují síť v nosiči,
- prostřížení sítě,
- kontrolní stanice.

### Osoby určené pro práci s linkou

- **Obsluha stroje** - provádí základní práce jako spouštění a zastavování stroje, doplňování materiálu, odstraňování chyb během provozu montážní linky, obstarávání provozních a pomocných materiálů.
- **Údržba stroje** - provádí pravidelnou údržbu stroje, přestavbu na jiný typ výrobku, opravy stroje, aj.
- **Další osoby** - provádí specializované úkony jako přepravu stroje nebo jeho částí, připojení na zdroje energií, revize a další specializované práce. Pro tyto osoby a činnosti platí zpravidla speciální ustanovení a nařízení, které nejsou předmětem tohoto návodu. Je plně v kompetenci uživatele stroje, aby zajistil osoby s odpovídající kvalifikací a dodržování odpovídajících předpisů.



Každá osoba, která linku obsluhuje nebo provádí její údržbu nebo jakoukoliv jinou činnost musí být seznámena s návodem k použití (nebo alespoň s tou částí návodu, která souvisí s její činností). Seznámení musí být prokazatelné (např. doloženo podpisy dotyčných osob).

**Technické parametry:**

Pracovní cyklus (dle vyráběného typu)	20 - 40 s/1L a 1P
Rozměry celé linky (d x š x v)	4250 x 1130 x 1900 mm
Hmotnost celého zařízení	1500 kg
Krytí rozvaděče	IP 54
Řídící jednotka	PLC Siemens řady S7-300
Zobrazovací jednotka	Siemens TP177A

Ochrana před nebezpečným dotykem:

- před nebezpečným dotykem neživých částí samočinným odpojením od zdroje,
- před nebezpečným dotykem živých částí kryty.

Pracovní prostředí:

Teplota okolí	+5°C až +40°C
Relativní vlhkost	max. 80 % (nekondenzující)
Nadmořská výška	do 2000 m. n. m.

## 2.5 Průběh procesu na montážní lince

### 2.5.1 Stanice zakládání dílů

Předmontovaný díl je založen do paletky a následně odeslán obsluhou k automatickému procesu spojení a kontroly pomocí tlačítka "POSUV", který je umístěn v pravé části zakládací stanice. Stav paletky je signalizován zelenou kontrolkou v pravé části zakládací stanice.



Obr. 15 Stanice zakládání dílů

Možné stavy paletky :

- signalizační světlo bliká – díl není založen nebo je založen chybně.
- signalizační světlo svítí – díl založen – paletka připravena k odeslání,
- signalizační světlo nesvítí – paletka odeslána „čeká“.

### 2.5.2. Stanice zalisování sítě

Základ stanice tvoří svařovaný stojan, který je společně s deskou přišroubován k rámu. Na stojanu jsou uchycena lineární vedení beranů (na stojanu jsou dva nezávislé berany - pro lisování levého a pravého držáku žárovek). Berany



jsou ovládány pneumatickými válci. Upevnění beranu k válci je zajištěno pomocí čepu a kulisy. Vlastní lisovací nástroj je přišroubován k beranu pomocí čtyř šroubů a aretován na dva kolíky. Spodní polohu beranu lze seřídít pomocí dorazového šroubu s kontramaticí.

### **Lisovací nástroj**

Lisovací nástroj se skládá ze základové kostky, podložky a hlavního tělesa. V hlavním tělese je vyfrézován profil, který dotlačuje těsnění do drážky světla. V profilu je zabudován spínací kontakt, který detekuje přítomnost gumového těsnění při zalisování. Ostatní kontakty slouží k detekci přítomnosti vkládaných dílů (sítě, spodní kontakty). Hlavním tělesem prochází sloupky, které dotlačují síť do plastového nosiče. Sloupky jsou uchyceny k podložce pomocí šroubů. Lisovací kostka slouží rovněž k dotlačení sítě nosiče.

#### **2.5.3. Stanice horkého lisování**

Základ stanice tvoří svařovaný stojan, který je společně s deskou přišroubován k rámu. Na stojanu jsou uchycena lineární vedení beranů (na stojanu jsou dva nezávislé berany - pro lisování levého a pravého držáku žárovek. Berany jsou ovládány pneumatickými válci. Upevnění beranu k válci je pomocí čepu a kulisy. Stojan je vyztužen příčnickem s tyčí. Vlastní lisovací nástroj je přišroubován k beranu pomocí čtyř šroubů a aretován na dva kolíky. Spodní poloha beranu je seřiditelná pomocí dorazového šroubu s kontramaticí.

### **Horký lisovací nástroj**

Horký lisovací nástroj se skládá ze základové kostky, horní izolační podložky, desky, hlavního tělesa a bočních izolačních desek. Hlavním tělesem procházejí přidržovače, vytlačovací trny a jsou zde vloženy i topné patrony. Na boku nástroje je umístěn termočlánek snímající teplotu nástroje.



#### **2.5.4. Stanice prostřihu sítě**

Základ stanice tvoří stojan, který je sešroubován z přední nohy, zadní nohy, horní desky, žebra a spodní desky. Stojan je přišroubován k rámu. Na žebro je uchycen pár lineárního vedení beranů (na stojanu jsou dva nezávislé berany - pro prostřih levé a pravé sítě). Berany jsou ovládány pneumatickými válci. Upevnění beranu k válci je pomocí čepu a kulisy. Vlastní lisovací nástroj je přišroubován k beranu pomocí dvou šroubů a aretován na dva kolíky. Spodní polohu beranu lze seřadit pomocí dorazového šroubu s kontramaticí.

#### **Střižný nástroj**

Střižný nástroj se skládá z držáku základové desky, mezidesky a hlavního tělesa. Hlavním tělesem procházejí přidržovače, které jsou pod pružinou. Střižníky jsou proti pootočení aretovány perem.

#### **2.5.5. Stanice fixace paletky**

Sestava fixace paletky slouží k zapozicování paletky a podepření paletky ve stanici zalisování sítě, stanici horkého lisování a stanici prostřihu sítě. Základ stanice tvoří bočnice a horní deska. K desce jsou připevněny kostky držící pneumatické válce, které ovládají naváděcí čepy. Celá skupina fixace paletky je přichycena na desku příslušné stanice.

#### **2.5.6. Kontrolní stanice**

Základ stanice tvoří svařovaný stojan, který je přišroubován k rámu pomocí čtyř šroubů. Na stojanu jsou uchycena lineární vedení beranů (na stojanu jsou dva nezávislé berany - pro kontrolu levého a pravého držáku žárovek). Berany jsou ovládány pneumatickými válci. Upevnění beranu k válci se provádí pomocí čepu a kulisy. Vlastní kontrolní nástroj je přišroubován k beranu pomocí čtyř šroubů a aretován na dva kolíky. Spodní poloha beranu je seřaditelná pomocí dorazového šroubu s kontramaticí.



Na druhé straně stojanu jsou uchyceny klapky ovládané pneumatickými válci. Klapky zabraňují vyjmutí dobrého kusu z paletky na pozici třídění zmetků.

### Kontrolní nástroj

Kontrolní nástroj se skládá ze základové desky a nosné desky. Na nosné desce jsou umístěny stojánky s kontakty a kalibry, kterými se testuje správný průměr objímky žárovky. Kalibr je pod pružinkou a správná poloha je hlídána čidlem. Na desce je umístěn pneumatický válec s razníkem. Kontakty pro zakontaktování vývodů v blízkosti konektoru na nosiče žárovek jsou v plastové kostce.

### Třídění zmetků

Třídící stanice se skládá z uzamykatelné skříně, ve které je standardní plastová bedna na případné zmetky, šuplíku, do kterého musí obsluha vložit zmetek, pneumatického válce blokování šuplíku, válce ovládajícího klapku šuplíku, senzorů monitorujících prostory šuplíku a senzoru zavřeného šuplíku. Pokud se zjistí vadný kus, dojde k zastavení palety v prostoru vyjímání zmetků a k zastavení linky, obsluze je umožněno vyjmout vadný kus z paletky a vložit do šuplíku. Po uzavření šuplíku dojde k jeho zablokování a následnému vyhození zmetku do bedny, pokud vše proběhne v pořádku, chod linky se obnovuje.



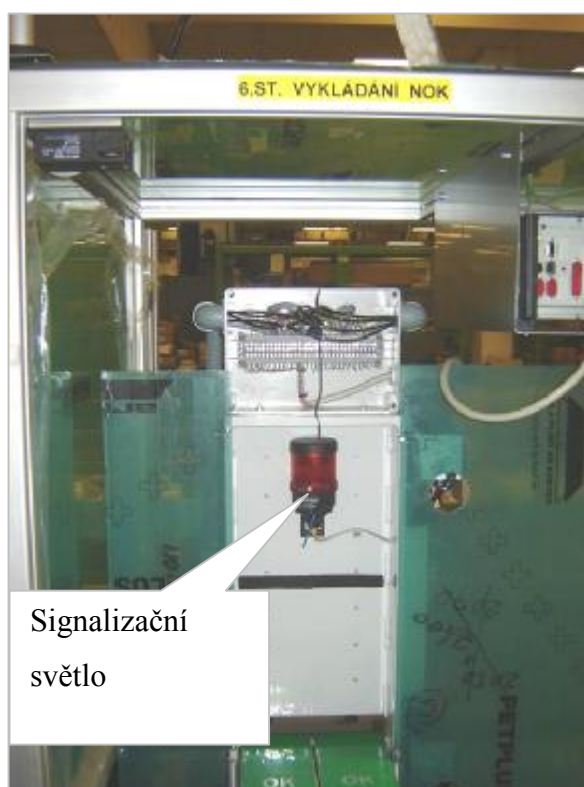
Šuplík na  
vadné kusy

*Obr. 16 Šuplík a prostor pro vhoz nesouhlasných kusů*

## Vykládání vadných dílů

Je-li příchozí smontovaný díl označen červeným signalizačním světlem jako "VADNÝ", uvolní se dveře stanice. Vadný díl označený v prostoru stanice jako "ERROR" je vyjmut ze základací paletky a vhozen do "VHOZ NOK".

Díly vhozené do "VHOZ NOK" musí být skladovány v červeně označených přepravech v určeném sektoru. O vyřazení dílů nebo jejich opravě rozhodne technolog ve spolupráci s mistrem výroby na základě výsledků kontroly. Vadné díly se zapisují do výrobní průvodky.



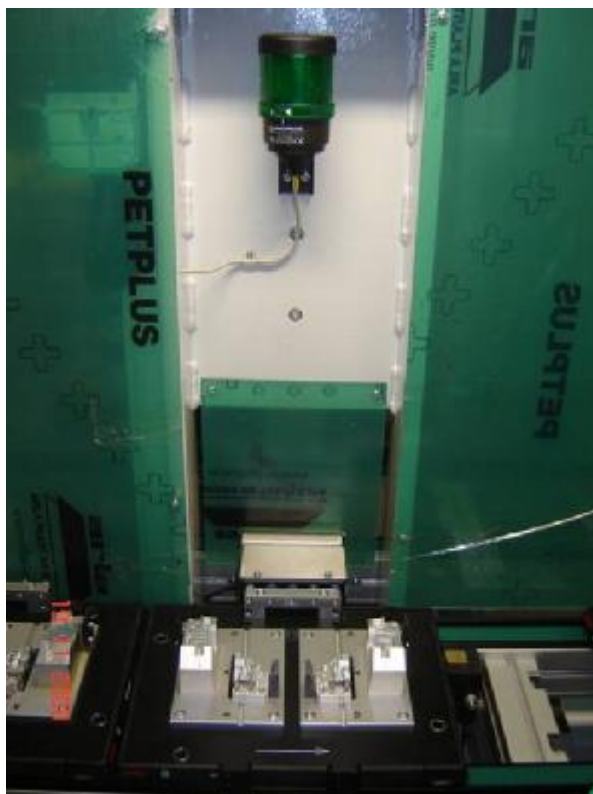
*Obr. 17. Stanice označující správnost dílů*

### 2.5.7 Vykládání dílů

Příchozí smontovaný díl, který je značen zeleným signalizačním světlem jako „dobrý“ je vyjmut ze základací paletky. Obsluha zkontroluje úplnost nýtů, případnou deformaci plechu a dále je díl odložen do plastové přepravy dle balícího předpisu příslušného výrobku. Po vyjmutí je prázdná paletka odeslána tlačítkem "POSUV". Po naplnění balící jednotky je proveden záznam do výrobní průvodky.



*Obr. 18 Vykládací stanice*



*Obr. 19 Umístění tlačítka posuvu*



### 3. Návrh nového technologického postupu montáže

Nový technologický postup montáže bude zpracován do úkonů ke každému pozorovanému výrobku. Montážní postup jednotlivých výrobků je zachován, není možná úprava parametrů. Nový technologický postup montáže bude zpracován na pohyby, jednotlivé pracovní časy jsou udávány za úsek operace, protože měření pomocí stopky z důvodu nízkého časového údaje by bylo zkreslené díky lidskému faktoru.

#### 3.1 Základní metody zjišťování a určování spotřeby času

Metody přímého měření času jsou jak pracné a časově náročné pro pracovníky provádějící měření, tak i nepříjemné pro pozorované pracovníky. Vzhledem k současné vysoké intenzitě výrobních procesů, naléhavé potřebě časových údajů pro vypracování nabídky, pro včasnou přípravu výroby i řízení realizační fáze je používání metod přímého měření již méně časté. Používají se databáze počítačů, založené na uchovaných kvalitních údajích oborových a celostátních normativů pohybů. Pro zjištění spotřeby času byly sledovány montážní časy, a to formou snímkování operace. K měření byly použity stopky.

#### Stanovení skutečné spotřeby práce

Nejčastější stanovení skutečné spotřeby času v praxi:

- snímek pracovního dne,
- snímek operace,
- metody momentového pozorování.

#### Snímek pracovního dne

Patří se snímek operace mezi metody nepřetržitého bezprostředního studia spotřeby času. Pomocí těchto metod zjišťujeme skutečnou spotřebu času nejen pracovníka, ale i výrobního zařízení.



Jedná se o univerzální metodu nepřetržitého pozorování, zaznamenávání a hodnocení spotřeby pracovního času pracovníka nebo skupiny pracovníků během celé směny. Po jisté úpravě metody lze pozorovat práci dělníka, administrativního i řídicího pracovníka, ale také činnost strojního zařízení.

Výsledky metody lze využít k:

- určování množství jednotlivých činností vyjádřených spotřebou času,
- rozboru struktury spotřeby pracovní doby,
- rozboru ztrátových časů podle příčin,
- vypracování výkonnostních křivek v průběhu celé směny, zejména jestliže současně sledujeme množství odvedené produkce.

### Druhy snímků pracovního dne

- **Snímek pracovního dne jednotlivce** je takový druh snímku pracovního dne, kdy je pozorován pouze jeden pracovník.
- **Snímek pracovního dne čty** se používá při pozorování pracovní činnosti skupiny pracovníků, kterým je přidělena společná práce.
- **Hromadný snímek pracovního dne** umožňuje pozorovat současně až třicet samostatně pracujících dělníků.
- **Vlastní snímek pracovního dne** se odlišuje od předcházejících tím, že se zaměřuje na časové ztráty vzniklé z důvodu technických a organizačních nedostatků.

### Snímek operace

Snímek operace je metoda studia pracovního procesu, jejíž pomocí zkoumáme skutečnou spotřebu času na opakované operace nebo její části (úkony) na pracovišti jednotlivce, resp. na několika stejných pracovištích.



## Druhy snímků operace

- **Plynulá chronometráž** je nepřetržité pozorování spotřeby času pro všechny úkony zkoumané operace.
- **Výběrová chronometráž** se nezabývá celou operací, ale jen některými pravidelně, ale i nepravidelně se opakujícími předem známými úkony. Pozorovatel zaznamenává jen průběžný čas začátku a ukončení vybraných úkonů.
- **Obkročná chronometráž** je metoda, při níž se zjišťuje čas trvání velmi krátkých částí operace. Dosahuje se toho tím, že se klouzavě sečte několik krátkých pracovních prvků do měřitelného komplexu a po vykonaném měření se zpětně vypočítávají elementární prvky.
- **Snímek průběhu práce (snímková chronometráž)** je průzkum takových operací, jejichž průběh není možné předem stanovit. Při pozorování zaznamenáváme nejen čas (jako u chronometráže), ale i účel jeho použití (název úkonu, operace). Jedná se vlastně o kombinaci metody snímku pracovního dne a chronometráže.
- **Filmový snímek** je komplexní pozorování. Jeho velká přednost je získání trvalého záznamu jak spotřeby času, tak pracovních pohybů.

## Metoda momentového pozorování

Princip je založen na počtu pravděpodobností a na matematické statistice. Momentové pozorování je využitelné pro všechny rozborů pracovních dějů formou zjišťování počtu jejich výskytu v průběhu pracovní směny a jejich následným převodem na procentní hodnoty, případně časové údaje. Jedná se o metodu statistického zjišťování podílu určitého děje v celkovém čase směny (pracovní doby) bez použití časoměrných přístrojů.

## Přístroje k měření spotřeby času

K měření spotřeby času ve výrobě se používají:

- hodinky se sekundovou ručičkou,



- stopky,
- registrační přístroje,
- filmová kamera,
- magnetofon, videorekordér.

**Hodinky** se používají jen v takových případech, kdy vzhledem k požadované přesnosti měření postačí údaje v minutách nebo desítkách sekund, tj. zejména při snímání pracovního dne nebo snímání operací, jejichž doba trvání je několik hodin.

**Stopky** se používají k měření času operací a jejich složek, jejichž doba trvání se počítá na minuty a zlomky minut.

**Registrační přístroje** pro měření spotřeby času ve výrobě jsou složeny ze dvou částí, z hodinového stroje a registračního zařízení. Registrační zařízení zaznamenává na papír nebo zpracovává do počítače dobu trvání jednotlivých činností. Záznam času začátku a konce činností se provádí pomocí ovladačů.

**Filmová kamera** se používá pro měření spotřeby času u opakujících se operací s velmi krátkou dobou trvání jednotlivých složek, kdy měření stopkami je obtížné.

**Magnetofon** se používá při měření spotřeby času zejména u pracovních činností, které se postupně vykonávají na různých pracovních místech. Pracovník provádějící měření ohlašuje začátek a konec jednotlivých činností do mikrofону a uvede slovně stručný popis vykonávané činnosti. Po přehrání záznamu se vypracuje písemný záznam.

**Videorekordér** má při měření spotřeby času velmi široké použití. Výhody videozáznamu jsou snadné pořízení přesných časových údajů, možnost opakovaného přehrání pro účely rozboru, minimální rušivý vliv na sledovaného pracovníka, vysoká citlivost videopásky.

## Členění výrobního procesu

### Operace a její části

Jedná se o souhrn činností uskutečňovaných na jednotlivých strojích, zařízeních, pracovištích, která jsou vhodná pro požadovaný druh přeměny.

**Pracovní operace** je časově souvislá část produkčního procesu uskutečňována jedním pracovníkem nebo pracovní četou na jednom pracovišti, pro daný účel potřebně vybaveném. Současně je to ohraničená část výrobního procesu a představuje pro pracovníka nebo pracovní četou pracovní úkol, který je jim přidělen. Pro potřeby rozboru zdokonalování organizace práce a pracovních postupů a rozlišování účelně a neúčelně vynaložených časů se pracovní operace dále člení na dílčí složky:

- **Úsek operace** je část operace při pracovním zásahu určitým nástrojem nebo při umísťování výrobku nebo jeho části, kterou by bylo možné vykonávat, bylo-li by to účelné jako samostatnou operaci.
- **Úkon** je část operace tvořená souhrnem pohybů při pracovním zásahu určitým nástrojem nebo při umísťování výrobku nebo jeho části.
- **Pohyb** je část operace, která sama o sobě, bez souvislosti s dalšími pohyby, nedává žádný pracovní účinek. Je to základní prvek operace, který nelze prakticky dále členit. [5]

### 3.2 Naměřené a zpracované hodnoty

Pro stanovení výrobních časů montovaných výrobků byla použita metoda snímku operace a druhu výběrové chronometráže, jejímž předmětem není celá operace, ale pouze některé pravidelně i nepravidelně se opakující známé úkony.

#### 3.2.1 Kappe GR T1 Touran



*Obr. 20 Hotové výrobky Kappe GR T1 Touran*



**Naměřené hodnoty u vstupu**

Tab. 1 Naměřené hodnoty jednotlivých úseků operace na vstupní stanici

Číslo měření	Název úseku	Naměřené časy[s]	
		Měření 1	Měření 2
1	vložení kontaktů	6,54	5,44
2	vložení sítě	5,12	6,20
3	vložení kontaktů	7,30	5,46
4	vložení sítě	3,37	4,00
5	vkład do linky	7,78	5,66
6	vložení kontaktů	8,02	6,03
7	vložení sítě	3,78	2,98
8	vložení kontaktů	7,05	6,77
9	vložení sítě	3,04	4,54
10	vkład do linky	5,79	2,81
11	vložení kontaktů	7,21	8,27
12	vložení sítě	4,26	3,90
13	vložení kontaktů	7,80	7,97
14	vložení sítě	3,68	4,46
15	vkład do linky	3,28	3,48
16	vložení kontaktů	7,60	9,92
17	vložení sítě	3,74	1,97
18	vložení kontaktů	5,58	5,85
19	vložení sítě	5,38	6,41
20	vkład do linky	6,41	5,41

**Výpočty pro odstranění hrubých chyb ze souboru naměřeném na vstupu**

Příčinou hrubých chyb je nesprávně provedené měření, nesprávný odečet údaje, nesprávný způsob zpracování, vada přístroje, nesprávná manipulace s měřidlem. Výpočty budou použity pro každý úsek operace zvlášť.

- výběrový průměr odchylky, např. pro vložení sítě

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \cdot \sum_i^n X_i = \frac{1}{16} \cdot \sum_i^n X_i = \frac{1}{16} \cdot 66,83 = 4,18 \text{ s}$$

- směrodatná odchylka výběrová

$$S(X_{II}) = \sqrt{\frac{\sum_i^n (X_i - \bar{X}_I)^2}{16 - 1}} = \sqrt{\frac{(5,12 - 4,18)^2 + \dots + (6,41 - 4,18)^2}{16 - 1}} = 0,77 \text{ s}$$

- posouzení odlehlosti podezřelých hodnot

$$H_i = \frac{x_i - \bar{x}}{s(x)} \quad H_1 = \frac{x_i - \bar{x}}{s(x)} = \frac{5,12 - 4,18}{0,77} = 1,22$$



Z tabulek se určí mezní hodnota  $H$  pro předem stanovenou pravděpodobnost  $p$  a počet měření v souboru (pro pravděpodobnost  $p = 95 \%$  je pro tento případ mezní hodnota  $H = 2,44$ ). Pro  $H_i < H$  není hodnota  $x_i$  zatížena hrubou chybou a v souboru se ponechá. Pro  $1,22 < 2,44$  bude v souboru ponechána hodnota 5,12 s.

### Soubor naměřených hodnot po odstranění hrubých chyb

Tab. 2 Naměřené hodnoty na vstupní stanici po odstranění hrubých chyb

Číslo měření	Název úseku	Naměřené časy [s]	
		Měření 1	Měření 2
1	vložení kontaktů	6,54	5,44
2	vložení sítě	5,12	0
3	vložení kontaktů	7,3	5,46
4	vložení sítě	3,37	4
5	vkład do linky	7,78	5,66
6	vložení kontaktů	8,02	6,03
7	vložení sítě	3,78	2,98
8	vložení kontaktů	7,05	6,77
9	vložení sítě	3,04	4,54
10	vkład do linky	5,79	2,81
11	vložení kontaktů	7,21	8,27
12	vložení sítě	4,26	3,9
13	vložení kontaktů	7,8	7,97
14	vložení sítě	3,68	4,46
15	vkład do linky	3,28	3,48
16	vložení kontaktů	7,6	0
17	vložení sítě	3,74	0
18	vložení kontaktů	5,58	5,85
19	vložení sítě	5,38	0
20	vkład do linky	6,41	5,41

### Zpracované hodnoty pro čtyři operace

Tab. 3 Zpracované hodnoty na vstupní stanici pro čtyři operace

Název úseku	Celkový čas [s]	Četnost [-]	Průměr [s]	Dávka [ks]	Čas na kus [s]
vložení kontaktů	102,89	15	6,86	1	6,86
vložení sítě	52,25	13	4,02	1	4,02
vkład do linky	40,62	8	5,08	2	2,54
náběr kontaktů	11,23	1	11,23	100	0,11
náběr sítě	17,09	1	17,09	20	0,85

**Naměřené hodnoty u výstupu**

Tab. 4 Naměřené hodnoty jednotlivých úseků operace na výstupní stanici

Číslo měření	Měření 1		Měření 2		Měření 3		Měření 4		Měření 5	
	Ús.	Čas [s]	Ús.	Čas [s]	Ús.	Čas [s]	Ús.	Čas [s]	Ús.	Čas [s]
1	t	7,12	t	4,55	t	6,78	t	7,56	t	3,78
2	t	7,77	t	8,33	t	14,44	t	6,55	t	2,44
3	t	8,28	t	7,20	t	7,04	t	10,01	t	4,40
4	t	8,77	t	6,44	t	9,15	t	9,81	t	2,85
5	t	10,82	t	11,36	t	9,46	t	6,48	t	6,21
6	v	5,78	pd	2,18	t	9,67	t	9,46	t	7,40
7	v	3,85	pd	8,59	t	8,88	t	8,83	t	7,61
8	v	5,89	v	7,19	t	8,00	t	6,78	t	6,29
9	t	10,20	v	7,61	t	8,56	t	8,64	t	4,64
10	n	15,52	t	6,04	v	5,69	v	6,70	t	5,84
11	t	6,85	t	18,39	t	9,19	v	13,25	v	6,39
12	t	10,94	t	8,57	t	6,56	v	11,66	t	6,67
13	t	6,65	v	4,04	t	8,51	t	7,38	t	6,49
14	t	6,24	t	8,05	t	9,27	t	8,28	t	15,22
15	t	8,42	t	7,83	t	8,56	t	16,76	t	12,89
16	t	11,32	t	10,31	t	10,26	t	5,63	t	11,58
17	t	18,42	t	11,01	v	6,58	t	8,92	t	9,43
18	t	8,83	t	8,12	n	19,54	n	22,19	t	9,28
19	t	9,42	t	9,01	pd	15,04	v	4,17	t	7,37
20	t	6,10	t	10,08	t	6,31	v	8,77	v	6,56

Legenda k tab.3

t - vložení těsnění

v - vyložení hotových výrobků z linky

n - náběr těsnění na pracovní stůl

pd - náběr plastových dílů L/P

na pracovní stůl

**Výpočty pro odstranění hrubých chyb ze souboru naměřeném na výstupu**

- výběrový průměr odchylky, např. pro vložení těsnění

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \cdot \sum_i^n X_i = \frac{1}{78} \cdot \sum_i^n X_i = \frac{1}{78} \cdot 667,46 = 8,56 \text{ s}$$

- směrodatná odchylka výběrová

$$s(X) = \sqrt{\frac{\sum_i^n (X_i - \bar{X})^2}{78 - 1}} = \sqrt{\frac{(7,12 - 8,56)^2 + \dots + (7,37 - 8,56)^2}{78 - 1}} = 2,92 \text{ s}$$

- posouzení odlehlosti podezřelých hodnot

$$H_i = \frac{\bar{x} - x_i}{s(x)} \quad H_1 = \frac{\bar{x} - x_1}{s(x)} = \frac{8,56 - 7,12}{2,92} = 0,49$$

Z tabulek se určí mezní hodnota  $H$  pro předem stanovenou pravděpodobnost  $p$  a počet měření v souboru (pro pravděpodobnost  $p = 95\%$  a počet měření v souboru  $n = 78$  je pro tento případ mezní hodnota  $H = 3,63$ ). Pro  $H_i < H$  není hodnota zatížena hrubou chybou a v souboru se ponechá. Pro  $0,49 < 3,63$  bude v souboru ponechána hodnota  $7,12$  s.

### Soubor naměřených hodnot po odstranění hrubých chyb

Tab. 5 Hodnoty naměřené na výstupní stanici po odstranění hrubých chyb

Číslo měření	Měření 1		Měření 2		Měření 3		Měření 4		Měření 5	
	Ús.	Čas [s]	Ús.	Čas [s]	Ús.	Čas [s]	Ús.	Čas [s]	Ús.	Čas [s]
1	t	7,12	t	4,55	t	6,78	t	7,56	t	3,78
2	t	7,77	t	8,33	t	14,44	t	6,55	t	2,44
3	t	8,28	t	7,20	t	7,04	t	10,01	t	4,40
4	t	8,77	t	6,44	t	9,15	t	9,81	t	2,85
5	t	10,82	t	11,36	t	9,46	t	6,48	t	6,21
6	v	5,78	pd	2,18	t	9,67	t	9,46	t	7,40
7	v	3,85	pd	8,59	t	8,88	t	8,83	t	7,61
8	v	5,89	v	7,19	t	8,00	t	6,78	t	6,29
9	t	10,20	v	7,61	t	8,56	t	8,64	t	4,64
10	n	15,52	t	6,04	v	22,76	v	13,40	t	5,84
11	t	6,85	t	18,39	t	9,19	v	0,00	v	19,17
12	t	10,94	t	8,57	t	6,56	v	0,00	t	6,67
13	t	6,65	v	4,04	t	8,51	t	7,38	t	6,49
14	t	6,24	t	8,05	t	9,27	t	8,28	t	15,22
15	t	8,42	t	7,83	t	8,56	t	16,76	t	12,89
16	t	11,32	t	10,31	t	10,26	t	5,63	t	11,58
17	t	18,42	t	11,01	v	26,32	t	8,92	t	9,43
18	t	8,83	t	8,12	n	19,54	n	22,19	t	9,28
19	t	9,42	t	9,01	pd	15,04	v	4,17	t	7,37
20	v	18,31	t	10,08	t	6,31	v	0,00	v	6,56

### Zpracované hodnoty

Tab. 6 Zpracované hodnoty na výstupní stanici

Název úseku	Celkový čas [s]	Četnost [-]	Průměr [s]	Dávka [ks]	Čas na kus [s]
vložení těsnění	667,46	78	8,56	1	8,56
vyložení HV z linky	145,05	22	6,59	2	3,30
náběr PD	25,81	2	12,91	10	1,29
náběr těsnění	57,25	3	19,08	40	0,48



vypisování průvodky a balení	202,50	1	202,50	196	1,03
vložení oddělovací vrstvy	17,54	1	17,54	49	0,36

### Výsledky měření

a) u vstupní stanice

Tab. 7 Celkové pracovní a přípravné časy na vstupní stanici

Rozdělení úseků do jednotlivých časů	Čas na kus [s]
náběr kontaktů	0,11
náběr sítí	0,85
CELKOVÝ PŘÍPRAVNÝ ČAS	0,96
vložení kontaktů	6,86
vložení sítě	4,02
vkład do linky	2,54
CELKOVÝ PRACOVNÍ ČAS	13,42
příprava pracoviště a úklid	0,98
čas obecně nutných přestávek	0,58
CELKOVÝ ČAS	15,93

b) u výstupní stanice

Tab. 8 Celkové pracovní a přípravné časy na výstupní stanici

Rozdělení úseků do jednotlivých časů	Čas na kus [s]
náběr PD	1,29
náběr těsnění	0,48
vypisování průvodky a balení	1,03
vložení oddělovací vrstvy	0,36
CELKOVÝ PŘÍPRAVNÝ ČAS	3,16
vložení těsnění	8,56
vyložení HV z linky	3,30
CELKOVÝ PRACOVNÍ ČAS	11,86
příprava pracoviště a úklid	0,98
čas obecně nutných přestávek	0,60
CELKOVÝ ČAS	16,60

### Výpočet dávky montážního pracoviště (souběžné předávání) z naměřených časů

Tab. 9 Hodnoty pro výpočet dávky

Operace	Čas [s]
práce u výstupu	16,60
práce u vstupu	31,86
takt linky	18,80

**Výpočet času výrobní dávky**

$$t_{soub} = \left( \frac{d_v}{p_{hl} \cdot s_{hl}} - 1 \right) \cdot t_{khl} + \sum_{i=1}^m t_{ki} + \sum_{i=1}^m t_{pzi}$$

kde  $t_{soub}$  - výsledný čas dávky [s],

$d_v$  - dávka, množství výrobků [ks],

$p_{hl}$  - počet pracovníků na úzkém místě [-],

$s_{hl}$  - počet strojů na úzkém místě [ks],

$t_{khl}$  - čas kritické operace (na úzkém místě) [s],

$t_k$  - čas jednotlivých operací [s],

$t_{pz}$  - čas nastavení stroje na jednotlivých pracovištích [s].

$i$  - označení jednotlivých operací

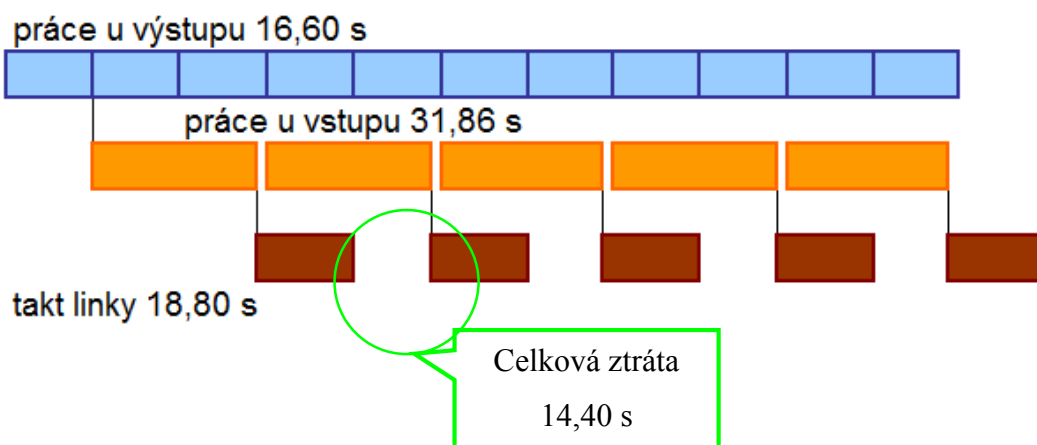
$m$  - celkový počet operací

Upravený vzorec, pro výpočet dávky na jednu pracovní hodinu

$$d_v = \left( \frac{t_{soub} - \sum_{i=1}^m t_{ki} - \sum_{i=1}^m t_{pzi}}{t_{khl}} + 1 \right) \cdot p_{hl} \cdot s_{hl}$$

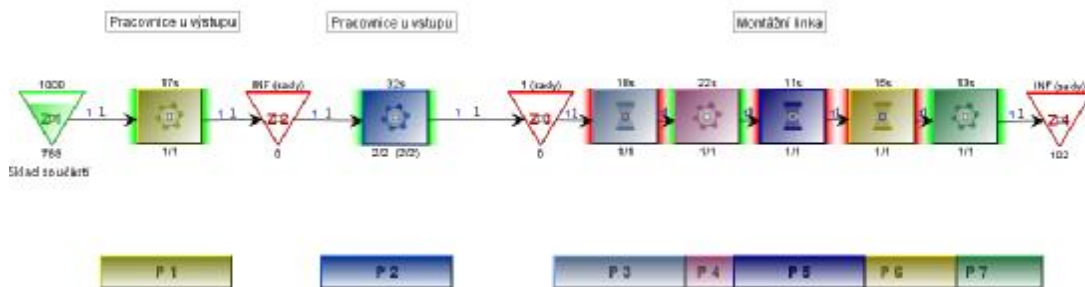
$$d_v = \left( \frac{3600 - (33,20 + 15,93 + 18,8)}{33,20} + 1 \right) \cdot 1 \cdot 1 = 107,38 \approx 107 \text{ kusů}$$

Norma pro výrobek KAPPE GR T1 Touran je nastavena na 82 kusů za hodinu.



Obr.21 Grafické znázornění montážního postupu Kappe GR T1 Touran

## Simulace výrobní dávky v programu SIMLOG



Obr.22 Simulace výrobku KAPPE GR T1 Touran

### 3.2.2 Bulb Carrier GR T1



Obr. 23 Hotové výrobky Bulb Carrier GR T1

### Naměřené hodnoty na vstupu

Tab. 10 Naměřené hodnoty jednotlivých úseků operace na vstupní stanici

Číslo měření	Název úseku	Naměřený čas [s]
1	vložení sítě	9,08
2	vkład do linky	5,37
3	vložení sítě	5,99
4	vložení sítě	8,29
5	vložení sítě	5,46
6	vkład do linky	3,50
7	vložení sítě	8,40
8	vložení sítě	5,77



9	vkład do linky	4,67
10	vložení sítě	5,44
11	vložení sítě	9,56
12	vložení sítě	6,54
13	vložení sítě	9,77
14	vkład do linky	4,63
15	vložení sítě	5,64
16	vložení sítě	9,40
17	vložení sítě	9,72
18	vložení sítě	7,00
19	vložení sítě	7,00
20	vkład do linky	7,76

### Výpočty pro odstranění hrubých chyb ze souboru naměřeném na vstupu

- výběrový průměr odchylky, např. pro vložení sítě

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \cdot \sum_i^n X_i = \frac{1}{15} \cdot \sum_i^n X_i = \frac{1}{15} \cdot 113,06 = 7,54 \text{ s}$$

- směrodatná odchylka výběrová

$$s(X) = \sqrt{\frac{\sum_i^n (X_i - \bar{X})^2}{15-1}} = \sqrt{\frac{(9,08-7,54)^2 + \dots + (7,00-7,54)^2}{15-1}} = 1,41 \text{ s}$$

- posouzení odlehlosti podezřelých hodnot

$$H_i = \frac{\bar{x} - x_i}{s(x)} \quad H_1 = \frac{\bar{x} - x_1}{s(x)} = \frac{9,08 - 7,54}{1,41} = 1,09$$

Z tabulek se určí mezní hodnota H pro předem stanovenou pravděpodobnost p a počet měření v souboru (pro pravděpodobnost p = 95 % a počet měření v souboru n = 15 je pro tento případ mezní hodnota H = 2,41). Pro  $H_i < H$  není hodnota zatížena hrubou chybou a v souboru se ponechá. Pro  $1,09 < 2,41$  bude v souboru ponechána hodnota 9,08 s.

V celém souboru naměřených hodnot nebyla nalezena žádná hodnota zatížená hrubou chybou.

### Zpracované hodnoty

Tab. 11 Zpracované hodnoty na vstupní stanici

Název úseku	Celkový čas [s]	Četnost [-]	Průměr [ks]	Dávka [ks]	Čas na kus [s]
vložení sítě	113,06	15	7,54	1	7,54
vkład do linky	25,93	5	5,19	2	2,59
náběr sítě	17,09	1	17,09	20	0,85



### Naměřené hodnoty na výstupu

Tab. 12 Naměřené hodnoty jednotlivých úseků operace na výstupní stanici

Číslo měření	Název úseku	Naměřený čas [s]
1	vkládání kontaktů	5,29
2	vkládání kontaktů	7,31
3	vkládání kontaktů	5,11
4	vkládání kontaktů	10,64
5	vkládání kontaktů	5,16
6	vkládání kontaktů	8,72
7	vkládání kontaktů	4,76
8	vkládání kontaktů	5,63
9	vkládání kontaktů	5,36
10	vyložení hotových výrobků 3x	24,72
11	náběr plastových dílů	7,81
12	vkládání kontaktů	2,44
13	vkládání kontaktů	8,03
14	vkládání kontaktů	4,77
15	vkládání kontaktů	7,78
16	vkládání kontaktů	10,86
17	vkládání kontaktů	4,82
18	vkládání kontaktů	5,44
19	vkládání kontaktů	7,01
20	vyložení hotových výrobků 4x	28,07

### Výpočty pro odstranění hrubých chyb ze souboru naměřeném na výstupu

- výběrový průměr odchylky, např. pro vložení kontaktů

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \cdot \sum_i^n X_i = \frac{1}{17} \cdot \sum_i^n X_i = \frac{1}{17} \cdot 109,13 = 6,42 \text{ s}$$

- směrodatná odchylka výběrová

$$s(X) = \sqrt{\frac{\sum_i^n (X_i - \bar{X})^2}{17 - 1}} = \sqrt{\frac{(5,29 - 6,42)^2 + \dots + (7,01 - 6,42)^2}{17 - 1}} = 2,23 \text{ s}$$

- posouzení odlehlosti podezřelých hodnot

$$H_i = \frac{\bar{x} - x_i}{s(x)} \quad H_1 = \frac{\bar{x} - x_1}{s(x)} = \frac{6,42 - 5,29}{2,23} = 0,51$$

Z tabulek se určí mezní hodnota  $H$  pro předem stanovenou pravděpodobnost  $p$  a počet měření v souboru (pro pravděpodobnost  $p = 95 \%$  a počet měření v souboru  $n = 17$  je pro tento případ mezní hodnota  $H = 2,53$ ). Pro  $H_i < H$  není hodnota zatížena hrubou chybou a v souboru se ponechá. Pro  $0,51 < 2,53$  bude v souboru ponechána hodnota 5,29 s.



V celém souboru naměřených hodnot nebyla nalezena žádná hodnota zatížená hrubou chybou.

### Zpracované hodnoty

Tab. 13 Zpracované hodnoty na výstupní stanici

Název úseku	Celkový čas [s]	Četnost [-]	Průměr [s]	Dávka [ks]	Čas na kus [s]
vkládání kontaktů	109,13	17	6,42	1	6,42
náběr PD	7,81	1	7,81	10	0,78
vyložení HV z linky	52,79	7	7,54	2	3,77
náběr kontaktů	11,23	1	11,23	100	0,11
vypisování průvodky a balení	202,5	1	202,50	480	0,42
vložení oddělovací vrstvy	17,54	1	17,54	60	0,29

### Výsledky měření

a) u vstupní stanice

Tab. 14 Celkové pracovní a přípravné časy na vstupní stanici

Rozdělení úseků do jednotlivých časů	Čas na kus [s]
náběr sítí	0,85
CELKOVÝ PŘÍPRAVNÝ ČAS	0,85
vložení sítí	7,54
vhod do linky	2,59
CELKOVÝ PRACOVNÍ ČAS	10,13
příprava pracoviště a úklid	0,75
čas obecně nutných přestávek	0,47
CELKOVÝ ČAS	12,21

b) u výstupní stanice

Tab.15 Celkové pracovní a přípravné časy na výstupní stanici

Rozdělení úseků do jednotlivých časů	Čas na kus [s]
náběr PD	0,78
náběr kontaktů	0,11
vypisování průvodky a balení	0,42
vložení oddělovací vrstvy	0,29
CELKOVÝ PŘÍPRAVNÝ ČAS	1,61
vkládání kontaktů	6,42
vyložení HV z linky	3,77
CELKOVÝ PRACOVNÍ ČAS	10,19
příprava pracoviště a úklid	0,75



čas obecně nutných přestávek	0,50
CELKOVÝ ČAS	13,05

### Výpočet dávky montážního pracoviště (souběžné předávání) z naměřených časů

Tab.16 Hodnoty pro výpočet dávky

Operace	Čas[s]
práce u výstupu	13,05
práce u vstupu	24,42
takt linky	18,8

Výpočet času výrobní dávky:

$$t_{soub} = \left( \frac{d_v}{p_{hl} \cdot s_{hl}} - 1 \right) \cdot t_{khl} + \sum_{i=1}^m t_{ki} + \sum_{i=1}^m t_{pzi}$$

kde  $t_{soub}$ -výsledný čas dávky

$d_v$ -dávka, množství výrobků

$p_{hl}$ -počet pracovníků na úzkém místě

$s_{hl}$ - počet strojů na úzkém místě

$t_{khl}$ - čas kritické operace (na úzkém místě)

$t_k$ - čas jednotlivých operací

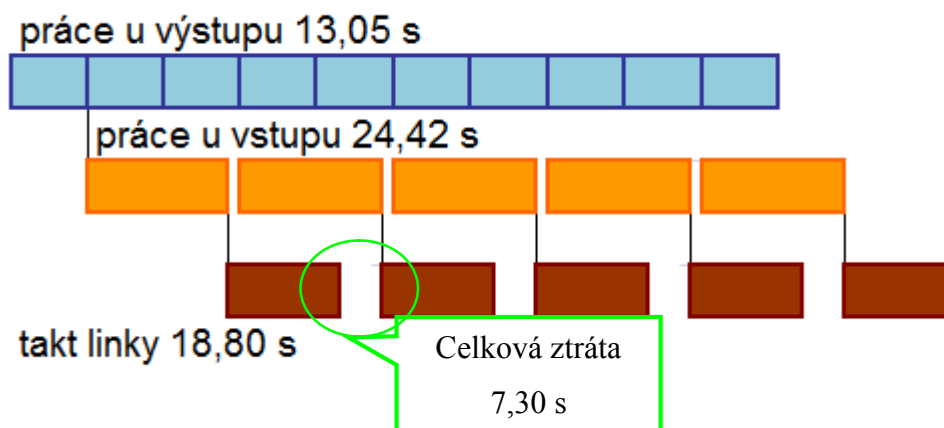
$t_{pz}$ - čas nastavení stroje na jednotlivých pracovištích

Upravený vzorec, pro výpočet dávky na jednu pracovní hodinu

$$d_v = \left( \frac{t_{soub} - \sum_{i=1}^m t_{ki} - \sum_{i=1}^m t_{pzi}}{t_{khl}} + 1 \right) \cdot p_{hl} \cdot s_{hl}$$

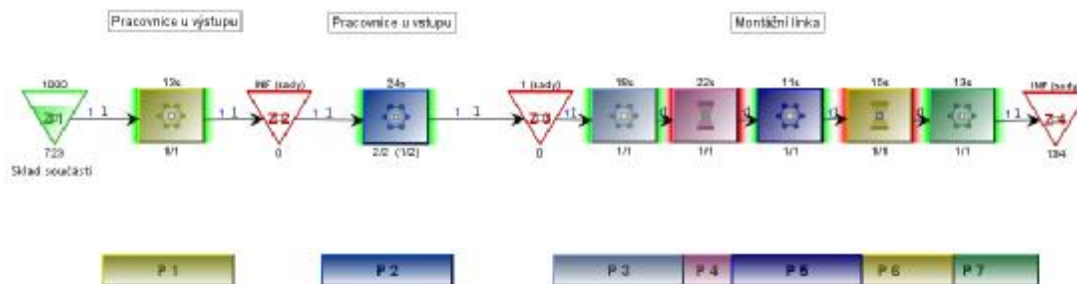
$$d_v = \left( \frac{3600 - (26,10 + 12,21 + 18,8)}{26,10} + 1 \right) \cdot 1 \cdot 1 = 136,74 \approx 136 \text{ kusů}$$

Norma pro výrobek Bulb Carrier GR T1 je nastavena na 106 kusů.



Obr. 24 Grafické znázornění montážního postupu Bulb Carrier GR T1

### Simulace výrobní dávky v programu SIMLOG



Obr.25 Simulace výrobku Bulb Carrier GR T1

### 3.2.3 Bulb Carrier GR T2



Obr. 26 Hotové výrobky Bulb Carrier GR T2

**Naměřené hodnoty na vstupu**

Tab.17 Naměřené hodnoty jednotlivých úseků operace na vstupní stanici

Číslo měření	Měření 1		Měření 2	
	Název úseku	Čas [s]	Název úseku	Čas [s]
1	vložení sítě a cívky	8,41	vložení sítě a cívky	9,12
2	vložení sítě a cívky	15,94	vložení sítě a cívky	8,51
3	vložení sítě a cívky	12,33	vložení sítě a cívky	8,00
4	vložení sítě a cívky	13,96	vložení sítě a cívky	3,76
5	vložení sítě a cívky	7,42	vložení sítě a cívky	3,88
6	vložení sítě a cívky	13,91	vkład do linky 2x	27,87
7	vkład do linky	13,19	vložení sítě a cívky	3,76
8	vložení sítě a cívky	11,10	vložení sítě a cívky	3,10
9	vložení sítě a cívky	8,06	vkład do linky	4,28
10	vložení sítě a cívky	18,24	vložení sítě a cívky	7,15
11	vložení sítě a cívky	18,38	vložení sítě a cívky	4,35
12	vložení sítě a cívky	11,35	vložení sítě a cívky	8,93
13	vložení sítě a cívky	13,43	vložení sítě a cívky	9,96
14	vkład do linky	12,35	vkład do linky	2,47
15	vložení sítě a cívky	10,94	vložení sítě a cívky	12,11
16	vložení sítě a cívky	14,49	vložení sítě a cívky	11,81
17	vložení sítě a cívky	11,53	vložení sítě a cívky	2,82
18	vkład do linky 2x	28,45	vkład do linky	5,16
19	vložení sítě a cívky	14,33	vložení sítě a cívky	9,14
20	vložení sítě a cívky	13,82	vložení sítě a cívky	13,19

**Výpočty pro odstranění hrubých chyb ze souboru naměřeném na vstupu**

- výběrový průměr odchylky, např. pro vložení sítě a objímky

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \cdot \sum_i^n X_i = \frac{1}{33} \cdot \sum_i^n X_i = \frac{1}{33} \cdot 337,22 = 10,22 \text{ s}$$

- směrodatná odchylka výběrová

$$s(X) = \sqrt{\frac{\sum_i^n (X_i - \bar{X})^2}{33-1}} = \sqrt{\frac{(8,41-10,22)^2 + \dots + (13,19-10,22)^2}{33-1}} = 2,58 \text{ s}$$

- posouzení odlehlosti podezřelých hodnot

$$H_i = \frac{\bar{x} - x_i}{s(x)} \quad H_1 = \frac{\bar{x} - x_1}{s(x)} = \frac{10,22 - 8,41}{2,58} = 0,70$$

Z tabulek se určí mezní hodnota H pro předem stanovenou pravděpodobnost p a počet měření v souboru (pro pravděpodobnost p = 95 % a počet měření v souboru n = 33 je pro tento případ mezní hodnota H = 3,43). Pro  $H_i < H$  není hodnota zatížena hrubou chybou a v souboru se ponechá. Pro  $0,70 < 3,43$  bude v souboru ponechána hodnota 8,41 s.

Žádná z naměřených hodnot nebyla zatížena hrubou chybou.

### Zpracované hodnoty

Tab. 18 Zpracované hodnoty naměřené na vstupní stanici

Název úseku	Celkový čas [s]	Četnost [-]	Průměr [s]	Dávka [ks]	Čas na kus [s]
vkład do linky	93,77	9	10,42	2	5,21
vložení sítě a cívky	337,22	33	10,22	1	10,22
náběr sítí	17,26	1	17,26	20	0,86
náběr cívek	16,28	1	16,28	100	0,16

### Naměřené hodnoty na výstupu

Tab. 19 Naměřené hodnoty jednotlivých úseků operace na výstupní stanici

Číslo měření	Měření 1		Měření 2	
	Název úseku	Čas [s]	Název úseku	Čas [s]
1	vložení kontaktů	5,21	vložení kontaktů	7,27
2	vložení kontaktů	5,59	vložení kontaktů	6,08
3	vložení kontaktů	7,43	vložení kontaktů	4,86
4	vložení kontaktů	5,48	vložení kontaktů	3,96
5	vložení kontaktů	8,02	vložení kontaktů	7,22
6	vložení kontaktů	6,48	vyložení HV 3x	31,69
7	vyložení HV 4x	60,35	vložení kontaktů	7,57
8	náběr kontaktů	14,63	vyložení HV 2x	27,08
9	vložení kontaktů	9,35	vložení kontaktů	3,45
10	vložení kontaktů	3,74	vložení kontaktů	6,66
11	vložení kontaktů	5,80	vyložení HV 4x	43,10
12	vložení kontaktů	5,20	vložení kontaktů	7,09
13	vložení kontaktů	16,91	vložení kontaktů	6,40
14	vložení kontaktů	8,64	vložení kontaktů	4,48
15	vložení kontaktů	10,59	vložení kontaktů	7,58
16	vypisování průvodky	202,50	vložení kontaktů	5,30
17	vložení kontaktů	17,65	vložení kontaktů	10,08
18	vložení kontaktů	7,14	vložení kontaktů	5,86
19	vložení kontaktů	8,01	vložení kontaktů	8,15
20	vložení kontaktů	7,63	vložení kontaktů	6,50

### Výpočty pro odstranění hrubých chyb ze souboru naměřeném na výstupu

- výběrový průměr odchylky, např. pro vložení kontaktů

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \cdot \sum_i^n X_i = \frac{1}{34} \cdot \sum_i^n X_i = \frac{1}{34} \cdot 217,64 = 6,40 \text{ s}$$

- směrodatná odchylka výběrová

$$S(X) = \sqrt{\frac{\sum_i^n (X_i - \bar{X})^2}{34 - 1}} = \sqrt{\frac{(5,29 - 6,40)^2 + \dots + (6,5 - 6,40)^2}{34 - 1}} = 1,93 \text{ s}$$

- posouzení odlehlosti podezřelých hodnot

$$H_i = \frac{\bar{x} - x_i}{s(x)} \quad H_1 = \frac{\bar{x} - x_1}{s(x)} = \frac{6,40 - 5,29}{1,93} = 0,58$$

Z tabulek se určí mezní hodnota  $H$  pro předem stanovenou pravděpodobnost  $p$  a počet měření v souboru (pro pravděpodobnost  $p = 95\%$  a počet měření v souboru  $n = 34$  je pro tento případ mezní hodnota  $H = 3,43$ ). Pro  $H_i < H$  není hodnota zatížena hrubou chybou a v souboru se ponechává. Pro  $0,58 < 3,43$  bude v souboru ponechána hodnota 5,29 s.

### Soubor naměřených hodnot po odstranění hrubých chyb

Tab. 20 Naměřené hodnoty na výstupní stanici po odstranění hrubých chyb

Číslo měření	Měření 1		Měření 2	
	Název úseku	Čas [s]	Název úseku	Čas [s]
1	vložení kontaktů	5,21	vložení kontaktů	7,27
2	vložení kontaktů	5,59	vložení kontaktů	6,08
3	vložení kontaktů	7,43	vložení kontaktů	4,86
4	vložení kontaktů	5,48	vložení kontaktů	3,96
5	vložení kontaktů	8,02	vložení kontaktů	7,22
6	vložení kontaktů	6,48	vyložení hot. výr 3x	31,69
7	vyložení hot. výr 4x	60,35	vložení kontaktů	7,57
8	náběr kontaktů	14,63	vyložení hot. výr 2x	27,08
9	vložení kontaktů	9,35	vložení kontaktů	3,45
10	vložení kontaktů	3,74	vložení kontaktů	6,66
11	vložení kontaktů	5,80	vyložení hot. výr 4x	43,10
12	vložení kontaktů	5,20	vložení kontaktů	7,09
13	náběr PD	16,91	vložení kontaktů	6,40
14	vložení kontaktů	8,64	vložení kontaktů	4,48
15	vložení kontaktů	10,59	vložení kontaktů	7,58
16	vypisování průvodky	202,50	vložení kontaktů	5,30
17	vložení kontaktů	0,00	vložení kontaktů	10,08
18	vložení kontaktů	7,14	vložení kontaktů	5,86
19	vložení kontaktů	8,01	vložení kontaktů	8,15
20	vložení kontaktů	7,63	vložení kontaktů	6,50

### Zpracované hodnoty

Tab.21 Zpracované hodnoty naměřené na výstupní stanici

Název úseku	Celkový čas [s]	Četnost [-]	Průměr [s]	Dávka [ks]	Čas na kus [s]
vyložení HVz linky	162,22	16	10,14	2	5,07
vkládání kontaktů	212,82	33	6,45	1	6,45
vypisování průvodky a balení	202,5	1	202,5	426	0,48
náběr PD	16,91	1	16,91	10	1,69



náběr kontaktů	14,63	1	14,63	100	0,15
vložení oddělovací vrstvy	17,54	1	17,54	106	0,17

### Výsledky měření

a) u vstupní stanice

Tab. 22 Celkové pracovní a přípravné časy na vstupní stanici

Rozdělení úseků do jednotlivých časů	Čas na kus [s]
náběr sítí	0,86
náběr cívek	0,16
CELKOVÝ PŘÍPRAVNÝ ČAS	1,02
vložení sítě a cívky	10,22
vkład do linky	5,21
CELKOVÝ PRACOVNÍ ČAS	15,43
příprava pracoviště a úklid	1,78
čas obecně nutných přestávek	0,66
CELKOVÝ ČAS	18,89

b) u výstupní stanice

Tab. 23 Celkové pracovní a přípravné časy na výstupní stanici

Rozdělení úseků do jednotlivých časů	Čas na kus [s]
náběr PD	1,69
náběr kontaktů	0,15
vypisování průvodky a balení	0,48
vložení oddělovací vrstvy	0,17
CELKOVÝ PŘÍPRAVNÝ ČAS	2,48
vkładání kontaktů	6,45
vyložení HV z linky	5,07
CELKOVÝ PRACOVNÍ ČAS	11,52
příprava pracoviště a úklid	1,78
čas obecně nutných přestávek	0,56
CELKOVÝ ČAS	16,33

### Výpočet dávky montážního pracoviště (souběžné předávání) z naměřených časů

Tab. 24 Hodnoty pro výpočet dávky

Operace	Čas
práce u výstupu	16,33
práce u vstupu	37,77
takt linky	18,80



Výpočet času výrobní dávky:

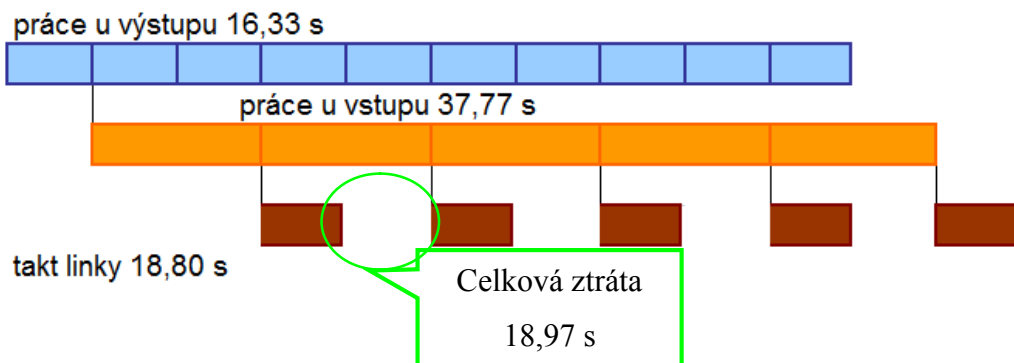
$$t_{soub} = \left( \frac{d_v}{p_{hl} \cdot s_{hl}} - 1 \right) \cdot t_{khl} + \sum_{i=1}^m t_{ki} + \sum_{i=1}^m t_{pzi}$$

Upravený vzorec, pro výpočet dávky na jednu pracovní hodinu

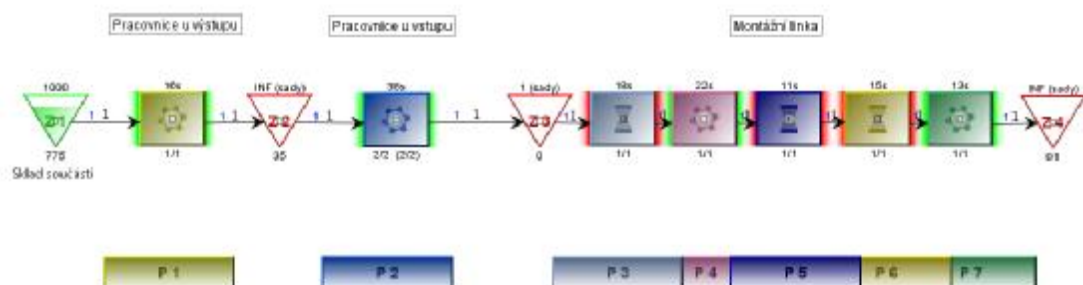
$$d_v = \left( \frac{t_{soub} - \sum_{i=1}^m t_{ki} - \sum_{i=1}^m t_{pzi}}{t_{khl}} + 1 \right) \cdot p_{hl} \cdot s_{hl}$$

$$d_v = \left( \frac{3600 - (37,77 + 16,33 + 18,8)}{37,77} + 1 \right) \cdot 1 \cdot 1 = 94,38 \approx 94 \text{ küş}$$

Norma pro výrobek Bulb Carrier GR T2 je nastavena na 90 kusů.



*Obr.27 Grafické znázornění montážního postupu*



*Obr. 28 Simulace výrobku Bulb Carrier GR T2*



### 3.3 Nový technologický postup zpracovaný z naměřených hodnot

#### 3.3.1 KAPPE GR T1 Touran

a) Pracovník na výstupu

Číslo úkonu	Činnost levé ruky		Činnost pravé ruky	
	Úkony	Čas [s]	Čas [s]	Úkony
	přípravné časy	3,16	3,16	přípravné časy
1	sáhnout po plastovém dílu L			sáhnout po těsnění
	uchopit PD L			uchopit těsnění
				vložit těsnění do PD
	odložit polotovar I L	8,56		
2	sáhnout po plastovém dílu P			sáhnout po těsnění
	uchopit PD P			uchopit těsnění
				vložit těsnění do PD
	odložit polotovar I P	8,56		
3	sáhnout po HV P z linky			sáhnout po HV L z linky
	uchopit HV P			uchopit HV L
	vyložit hotový výrobek z linky P			vyložit hotový výrobek z linky L
				stisknout tlačítko posuv
	vložit HV do bedny	3,30	3,30	vložit HV do bedny
	jednotkový čas	23,58	6,46	
	celkový jednotkový čas	30,04		

b) Pracovník na vstupu

Číslo úkonu	Činnost levé ruky		Činnost pravé ruky	
	Úkony	Čas [s]	Čas [s]	Úkony
	přípravné časy	0,96	0,96	přípravné časy
1	sáhnout po polotovaru I L			sáhnout po kontaktu
	uchopit polotovar I L			uchopit kontakt
			6,86	vložit kontakt do pol. I L (opak. 2x)
2				sáhnout po síti L
				uchopit síť L
				vložit síť do polotovaru I L
	odložit polotovar II L	4,02		
3	sáhnout po polotovaru I P			sáhnout po kontaktu
	uchopit polotovar I P			uchopit kontakt
			6,86	vložit kontakt do pol. I P (opak. 2x)
4				sáhnout po síti P
				uchopit síť P
			4,02	vložit síť do polotovaru I P
5				sáhnout po polotovaru II L
				uchopit polotovar II L
	vložit polotovar II P do linky	2,54		vložit polotovar II L do linky
			2,54	stisknout tlačítko posuv
	jednotkový čas	7,52	21,24	
	celkový jednotkový čas	28,76		

**3.3.2 Bulb Carrier GR T1****a) Pracovník na výstupu**

Číslo úkonu	Činnost levé ruky		Činnost pravé ruky	
	Úkony	Čas [s]	Čas [s]	Úkony
	přípravný čas	1,61	1,61	přípravný čas
1	sáhnout po plastovém dílu L			sáhnout po kontaktu
	uchopit PD L			uchopit kontakt
				vložit dva kontakty do PD
	odložit polotovar I L	6,42		
2	sáhnout po plastovém dílu P			sáhnout po kontaktu
	uchopit PD P			uchopit kontakt
				vložit dva kontakty do PD
	odložit polotovar I P	6,42		
3	sáhnout po HV P z linky			sáhnout po HV L z linky
	uchopit HV			uchopit HV
	vyložit hotový výrobek z linky P			vyložit hotový výrobek z linky L
	vložit HV do bedny	3,77		vložit HV do bedny
			3,77	zmáčknout tlačítko posuv
	jednotkový čas	18,22	5,38	
	celkový jednotkový čas	23,60		

**b) Pracovník na vstupu**

Číslo úkonu	Činnost levé ruky		Činnost pravé ruky	
	Úkony	Čas [s]	Čas [s]	Úkony
	přípravný čas	0,85	0,85	přípravný čas
1	sáhnout po polotovaru L			sáhnout po síti L
	uchopit polotovar L			uchopit síť L
				vložit síť do polotovaru L
	odložit polotovar II L	7,54		
2	sáhnout po polotovaru P			sáhnout po síti P
	uchopit polotovar P			uchopit síť P
			7,54	vložit síť do polotovaru
3				sáhnout po polotovaru II L
				uchopit polotovar II L
	vložit polotovar II P do linky	2,59		vložit polotovar II L do linky
			2,59	stisknout tlačítko posuv
	jednotkový čas	10,98	10,98	
	celkový jednotkový čas	21,96		

**3.3.3 Bulb Carrier GR T2****a) Pracovník na výstupu**

Číslo úkonu	Činnost levé ruky		Činnost pravé ruky	
	Úkony	Čas [s]	Čas [s]	Úkony
	přípravný čas	2,48	2,48	přípravný čas
1	sáhnout po plastovém dílu L			sáhnout po kontaktu
	uchopit PD L			uchopit kontakt
				vložit dva kontakty do PD
	odložit polotovary I L	6,45		
2	sáhnout po plastovém dílu P			sáhnout po kontaktu
	uchopit PD P			uchopit kontakt
				vložit dva kontakty do PD
	odložit polotovary I P	6,45		
3	sáhnout po HV P z linky			sáhnout po HV L z linky
	uchopit HV			uchopit HV
	vyložit hotový výrobek z linky P			vyložit hotový výrobek z linky L
	vložit HV do bedny	5,07		vložit HV do bedny
			5,07	zmáčknout tlačítko posuv
	jednotkový čas	20,45	7,55	
	celkový jednotkový čas	28,00		

**b) pracovník na vstupu**

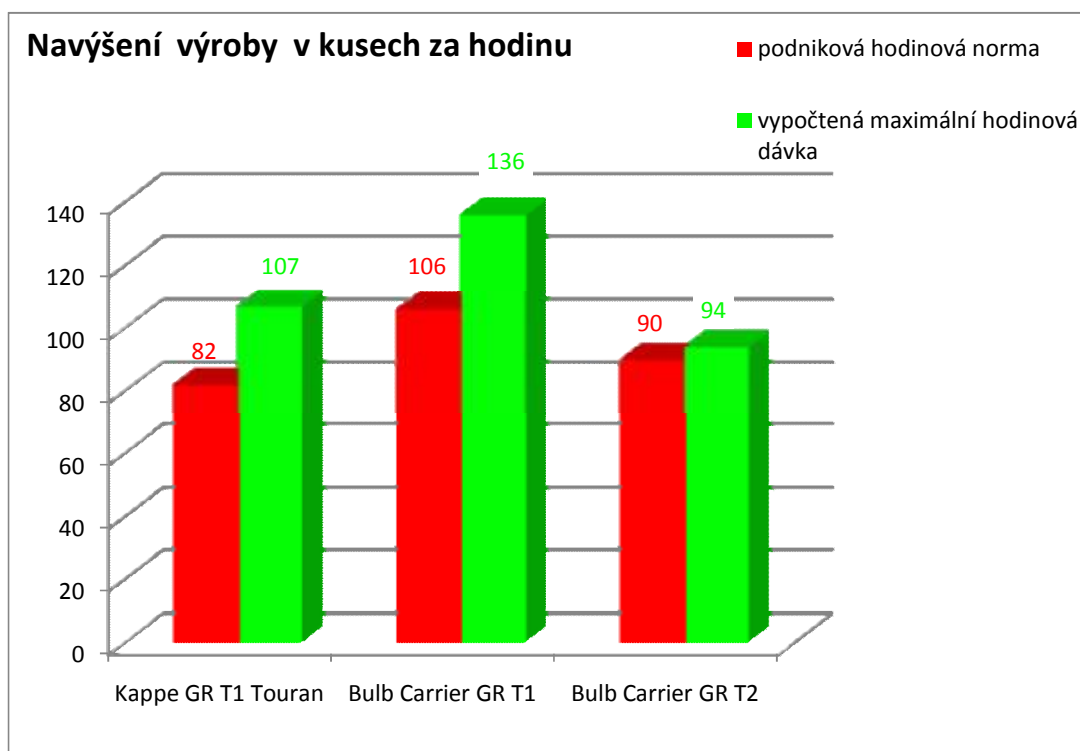
Číslo úkonu	Činnost levé ruky		Činnost pravé ruky	
	Úkony	Čas [s]	Čas [s]	Úkony
	přípravný čas	1,02	1,02	přípravný čas
1	sáhnout po polotovaru L			sáhnout po síti L
	uchopit polotovary L			uchopit síť L
				vložit síť do polotovaru L
				sáhnout po cívice
				uchopit cívkou
				vložit cívkou do polotovaru L
	odložit polotovary II L	10,22		
2	sáhnout po polotovaru P			sáhnout po síti P
	uchopit polotovary P			uchopit síť P
				vložit síť do polotovaru P
				sáhnout po cívice
				uchopit cívkou
			10,22	vložit cívkou do polotovaru P
3				sáhnout po polotovaru II L
				uchopit polotovary II L
	vložit polotovary II P do linky	5,21		vložit polotovary II L do linky
			5,21	stisknout tlačítko posuv
	jednotkový čas	16,45	16,45	
	celkový jednotkový čas	32,90		

#### 4. Zhodnocení navrženého řešení postupu montáže

Porovnáním vypočtených hodnot se stávající podnikovou normou bylo dosaženo následujících výsledků.

Tab.25 Porovnání hodinových norem jednotlivých výrobků a jejich možné navýšení

Typ výrobku	Podniková hodinová norma [ks]	Vypočtená hodinová norma [ks]	Hodnota navýšení výroby proti podnikové normě [ks]	Hodnota navýšení výroby proti podnikové normě [%]
Kappe GR T1 Touran	82	107	25	30,5
Bulb Carrier GR T1	106	136	30	28,3
Bulb Carrier GR T2	90	94	4	4,4



Obr.29 Znáznornění možného navýšení stávajících norem se zachováním současných pracovních časů

Pracovník na vstupu provádí operaci v pravidelných intervalech, pracovník na výstupu opakuje jednu operaci několikrát za sebou, tj. nepravidelně. Tímto postupem dochází k navýšení času taktu a tím pádem prodloužení celé montáže.

**Příklad ukázky nepravidelného taktu**

Tab. 26 Ukázka nepravidelného taktu ze souboru naměřených hodnot výrobku Kappe GR T1

Měření 5		Hodnota taktu při nepravidelném cyklu [s]
Název úseku	Čas [s]	
výstup z linky	19,17	98,10
vložení těsnění	6,67	
vložení těsnění	6,49	
vložení těsnění	15,22	
vložení těsnění	12,89	
vložení těsnění	11,58	
vložení těsnění	9,43	
vložení těsnění	9,28	
vložení těsnění	7,37	
výstup z linky	6,56	

Ze znázorněného intervalu je patrné nedodržování pravidelnosti, tzn. složit L + P díl a vyložit hotové výrobky. Při pravidelném taktu by byl vyložen L + P díl za 33,34 s. Čas vyložení prvního páru je 98,10 s a další časy jsou sníženy o pravidelný takt. Rozdíl mezi pravidelným a nepravidelným cyklem je tedy u prvního páru 64,76 s a u druhého 31,42 s.

**Zhodnocení**

Z naměřených hodnot jednotlivých operací byly vypočteny výsledné dávky za jednu hodinu. Porovnáním vypočtené dávky a podnikové hodinové normy bylo zjištěno, že stanovená norma plně nevyužívá kapacitu montážní linky. U výrobku KAPPE GR T1 Touran je podniková norma stanovena na 82 kusů za hodinu. Při zachování současných pracovních časů se bude výsledná dávka rovnat 107 kusům za hodinu. Navýšení výroby by bylo 25 kusů za hodinu.

U výrobku Bulb Carrier GR T1 je podniková norma stanovena na 106 kusů za hodinu. Budou-li i nadále zachovány stávající pracovní časy, bude se výsledná dávka rovnat 136 kusům za hodinu, a to představuje navýšení o 30 kusů za hodinu.

U výrobku Bulb Carrier GR T2 je podniková hodinová norma stanovena na 90 kusů. Vypočtená výsledná dávka, počítající se zachováním současných pracovních časů, se bude rovnat 94 kusům. To znamená navýšení výroby o 4 kusy za hodinu.



## Závěr

Výsledkem diplomové práce je zpracování nového technologického postupu montáže komponent koncových světel automobilů vycházejícího z vlastního měření, které probíhalo na montážním pracovišti ve firmě Forez s. r. o. Zhodnocení porovnává stávající normy a nově vypočtené normy. Současné technologické postupy byly upraveny o doposud nedodržovaný pravidelný takt, při kterém vznikaly časové ztráty.

Nové technologické postupy počítají se zachováním stávajících pracovních časů, které byly zpracovány podle úseků operace. Pokud bude práce na montážní lince probíhat podle technologického postupu a pokud budou v určeném pořadí prováděny dané operace lze zvýšit produkci linky u výrobku Kappe GR T1 o 30,5 %, u výrobku Bulb Carrier GR T1 o 28,3 % a u výrobku Bulb Carrier GR T2 pouze 4,4 % proti stanovené normě, která je plněna na 100 %.

Během měření a pozorování bylo zjištěno, že umístění linky v prostoru dává vznik zbytečným pohybům, které by bylo možno zvětšením a přeskupením pracoviště eliminovat. V současném umístění linky nelze z důvodu omezení prostoru tuto myšlenku zrealizovat. Bylo by nutné provést analýzu, která by vyčíslila náklady s přesunem linky a náklady související s novou plochou pracoviště a porovnála s velikostí úspory vzniklé snížením výrobních časů.

**Seznam použité literatury**

1. HOFMANN, P. *Technologie montáže*. 1. vyd., Plzeň: Západočeská univerzita, Fakulta strojní, 1997. 90 s. ISBN 80-7082-382-8.
2. *Historie firmy* [online]. FOREZ s.r.o. Ostrov u Lanškrouna: Dostupné na WWW: < <http://www.forez.cz> > [cit. 2011-5-8]
3. KOVÁČ, J.; SVOBODA, M.; LÍŠKA, O. *Automatizovaná a pružná montáž*. 1. vyd., Košice: Technická univerzita, 2000. 200 s. ISBN 80-7099-504-1.
4. BRYCHTA, J. a kol. *Nové směry v progresivním obrábění*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní. 2007. 256 s. ISBN 978-80-248-1505-3.
5. LHOTSKÝ, O. *Organizace a normování práce v podniku*. 1. vyd. Praha: ASPI. 2005. 104 s. ISBN 80-7357-095-5.
6. HEŘMAN, J. *Řízení výroby*. 1. vyd. Slaný: Melandrium. 2001. 167 s. ISBN 80-86175-15-4.
7. KRŇÁK, R. *Kvalifikační příručka montéra*. 1. vyd. Praha: ROH. 1971. 360 s. ISBN 90381-7360-71.
8. NOVÁK, J.; ŠLAMPOVÁ, P. *Racionalizace výroby* [online zdroj]. Ostrava: Vysoká škola báňská- Technická univerzita Ostrava. 2005. 75 s. Dostupné na WWW: < <http://www.fs.vsb.cz> >
9. JANÁČ, A. a kol. *Technológia obrábania, montáže a základy strojárskkej metrológie - Návodý na cvičenia*. Bratislava. 1994. 316 s. ISBN 80-227-0698-1.





10. VALENTOVIČ, E. *Základy montáže*. Bratislava: Slovenská technická univerzita v Bratislave, Materiálovotechnologická fakulta. 2001. 136 s. ISBN 80-227-1464-X.
11. BRYCHTA, J. *Technologie II 1. díl*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní. 2008. 146 s. ISBN 978-80-248-1822-1.
12. RAYNET s. r. o. Ostrava, *Simlog - program pro simulaci materiálových toků*  
Dostupné na WWW: < <http://www.simlog.cz/> >
13. POKORNÝ, P.; DUŠÁK, K. *Teorie obrábění a montáže - část II, Teorie montáže*. Liberec: VŠŠT. 1986. DK 621.757.001 (075.8)
14. SPUR, G. *Handbuch der Fertigungstechnik. Band 5. Fügen, Handhaben und Montieren*. München. Wien, Carl Hanser Verlag 1986. ISBN 3-446-12536-1.



**Poděkování:**

Nejprve bych chtěl poděkovat kolektivu firmy FOREZ s. r. o. za rady v dané problematice. Dále bych chtěl poděkovat paní Ing. et Ing. Mgr. Jana Petřů, Ph.D. za odborné rady a pomoc při tvorbě této diplomové práce.